

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Telematické systémy

Telematic Systems

2013

Tomáš Šmíd

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Šmíd**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R059 Mobilní technologie

Téma: **Telematické systémy**
Telematic Systems

Zásady pro vypracování:

Telematické aplikace (inteligentní dopravní systémy) jsou moderní informační a komunikační technologie, které přímo na pozemní komunikaci sledují a vyhodnocují konkrétní charakteristiky provozu, informují o aktuální dopravní situaci nebo provoz na komunikaci řídí. Práce má za cíl provést přehled systémů přehlednou formou vhodnou pro výuku.

Práce bude splňovat následující body zadání:

1. Popište funkci telematických systémů.
2. Vytvořte přehled telematických systémů používaných v České republice.

Seznam doporučené odborné literatury:


Dle pokynů vedoucího práce.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

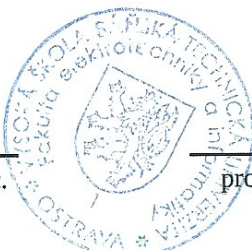
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marek Dvorský, Ph.D.**


Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013



prof. RNDr. Vladimír Vašínek, CSc.
vedoucí katedry





prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne: 7.5.2013


.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Marku Dvorskému, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této diplomové práce.

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce jsou telematické systémy využívané v silniční dopravě.

První část je věnována oboru dopravní telematiky, popisuje historii, účel, cíle a architekturu tohoto oboru. Dále popisuje základní telematické subsystémy, které dopravu na pozemní komunikaci řídí a informují účastníka dopravy o aktuální dopravní situaci v reálném čase. Práce se mimo jiné zabývá telematickými systémy používanými v tunelech.

Druhá část bakalářské práce se věnuje konkrétním telematickým systémům, které jsou aplikovány v silniční dopravě, jako jsou videodetekční systémy nebo metropolitní telematické systémy používané ve městě. Zároveň jsou zde popsány telematické systémy používané v České republice, jako jsou například telematické systémy pro provedení elektronického poplatku nebo dopravní informační centra.

Klíčová slova

DIC, EFC, ITS, MHD, akční členy, dohledové centrum, dopravní telematika, komunikační infrastruktura, liniové řízení provozu, metropolitní systémy, parkovací systémy, senzory, telematické systémy, telematické subsystémy, videodetekční systémy

Abstract

The topic of this thesis is telematic systems used in road transport.

The first part is devoted to the field of transport telematic, describes the history, purpose, objectives and architecture of this field. It also describes the basic telematic subsystems that traffic on the road manages and informs road users about the current traffic conditions in real time. The work deals with among other telematic systems used in tunnels.

The second part of the thesis deals with specific telematic systems that are applied in road traffic, such as videodetection systems or metropolitan telematic systems used in the city. There are also described telematic systems used in the Czech Republic, such as telematic systems to perform electronic charge or traffic information centers.

Key words

DIC, EFC, ITS, MHD, actuators, monitoring center, transport telematic, communication infrastructure, road line traffic control, metropolitan systems, parking systems, sensors, telematic systems, telematic subsystems, videodetection systems

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Anglický význam	Český význam
AVCS	Advanced Vehicle Control Systems	sofistikované řídicí systémy ve vozidlech
ATIS	Advanced Traveler Information Systems	sofistikované informační systémy
ATMS	Advanced Traffic Management Systems	sofistikované informační systémy
APTS	Advanced Public Transportation Systems	pokročilé systémy hromadné dopravy
CAPE	Coordinated Action for Pan-European Transport and Environment Telematics Implementation Support	koordinovaná činnost pro podporu celoevropské implementace telematiky v transportu a životním prostředí
CCD	Charge-coupled device	televizní kamerový dohled
CCTV	Closed Circuit Television	uzavřený televizní okruh
CVO	Comercial Vehicle Operations	sofistikované řízení komerčních vozidel
ČR		Česká republika
DIC	traffic information centers	Dopravní Informační Centrum
DOCENT		Dohledové Centrum
DSRC	Dedicated Short Range Communications	spojení krátkého dosahu
EFC	Electronic Fee Collection	systém elektronických plateb
EMC	Emergency Management Control	pokročilé řízení rizik
EPS		Elektrická Požární Signalizace
EU	European Union	Evropská unie
EZS		Elektrická Zabezpečovací Signalizace
GNSS	Global Navigation Satellite System	globální navigační satelitní systém
GPRS	General Packet Radio Service	systém přenosu dat
GPS	Global Positioning System	globální poziční systém
GSM	Global System for Mobile Communications	globální systém pro mobilní

		komunikaci
IPIS		Integrovaný Palubní Informační Systém
ISVS		informační systém veřejné dopravy
IT	information boards	informační tabule
ITS	Intelligent Transportation Systems	inteligentní dopravní systémy
IZS		Integrovaný Záchraný Systém
JSDI		Jednotný Systém Dopravních Informací
JSMIS		Jednotný Silniční Meteorologický Informační Systém
LCD	Liquid Crystal Display	displej z tekutých krystalů
LED	Light-Emitting Diode	dioda emitující světlo
MDČR		Ministerstvo Dopravy České Republiky
MHD		Městská Hromadná Doprava
MVČR		Ministerstvo Vnitřní České Republiky
NDIC		Národní Dopravní Informační Centrum
OBE	On Board Equipment	zařízení instalované ve vozidle
OBU	On Board Unit	palubní jednotka ve vozidle
P+R	Park and Ride	systém parkovacích kapacit
PDZ		Proměnná Dopravní Značka
POLIS		sdružení evropských měst a regionů
RDIC		Regionální Dopravní Informační Centra
RDS	Radio Data System	
RLTC	Road Line Traffic Control	systémy liniového řízení
RSE	Road Side Equipment	zařízení umístěné na vozovce

RZ		Registrační Značka
ŘSD ČR		Ředitelství Silnic a Dálnic České Republiky
SDT		Sdružení pro dopravní telematiku ČR
SMS	Short Message Service	služba krátkých textových zpráv
SSZ		Světelné Signalizační Zařízení
TMC	Traffic Message Channel	
USA	United States	Spojené státy americké
WI-FI	Wireless Ethernet Compatibility Aliance	bezdrátová komunikace

Obsah

1	Úvod	1
2	Dopravní telematika	2
2.1	Historie dopravní telematiky	2
2.2	Definice a účel dopravní telematiky	3
2.3	Architektura a hierarchická struktura dopravní telematiky	5
2.3.1	I. VRSTVA - Data-detektory, aktory	6
2.3.2	II. VRSTVA - Oblastní řízení dopravních procesů	10
2.3.3	III. VRSTVA - Řízení velkých dopravních celků	13
3	Telematické systémy v dopravě	16
3.1	Videodetekční telematické systémy	16
3.2	III. VRSTVA - Metropolitní telematické systémy	20
3.2.1	Detekce prostředků městské hromadné dopravy	21
3.2.2	Preference městské hromadné dopravy	23
3.2.3	Parkovací systémy ve městě	24
3.3	IV. VRSTVA - Národní dopravní politika	25
3.3.1	Elektronické vybírání poplatků v České republice	25
3.3.2	Dopravní informační centra	26
3.4	V. VRSTVA - Evropská dopravní politika	29
3.4.1	Elektronické vybírání poplatků v Evropě	29
3.5	Budoucnost telematických systémů	32
4	Závěr	34
	Použitá literatura	35
	Seznam příloh	38

1 Úvod

Námět této bakalářské práce „Telematické systémy“ se zabývá informačními a telekomunikačními systémy v oblasti dopravy. Telematické systémy se používají v dopravě silniční, železniční, letecké a lodní.

Tato bakalářská práce je věnována telematickým systémům, které se používají na pozemních komunikacích v silniční dopravě. Inteligentním dopravním systémem (tzv. „ITS“) se nazývá obor, který vytváří a rozvíjí jednotlivé telematické systémy, jejímž úkolem je sledovat a vyhodnocovat konkrétní charakteristiky provozu na pozemních komunikacích.

První část bakalářské práce je věnována všeobecným poznatkům v oboru dopravní telematiky. Zabývá se historií a účelností dopravní telematiky, popisuje funkci základních telematických systémů a subsystémů.

Druhá část bakalářské práce se zabývá konkrétními telematickými systémy, které jsou využívány v dopravě. Popisuje metropolitní a jiné telematické systémy, které se používají na pozemních komunikacích. Zvláštní pozornost je věnována popisu největších telematických systémů používaných v České republice.

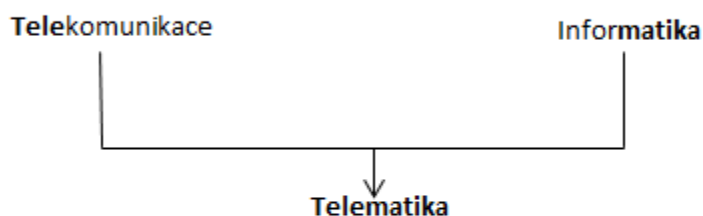
Úkolem bakalářské práce je popsat funkci telematických systémů a provést přehled těchto telematických systémů ve světě a v České republice.

Cílem bakalářské práce je získat maximum poznatků v oblasti telematických systémů a tyto poznatky upravit přehlednou formou tak, aby byly vhodným materiálem pro výuku.

2 Dopravní telematika

Telematika sjednocuje telekomunikační technologie s informatikou. Zabývá se přenášením a zpracováním dat mezi zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky. Dopravní telematika je nejvíce užívanou aplikací telematiky. [1]

- telekomunikační sítě a protokoly
- inteligentní telekomunikační prostředí
- multifunkční telekomunikační sítě
- softwarové inženýrství
- databázové systémy a technologie
- zpracování dat
- optimalizace datových toků



- distribuované databáze
- redukce informací, znalostní společnost
- telematické služby a protokoly
- řízení sítě a telematických služeb
- organizace architektura číselníky

Obrázek 2.1 : Vznik a význam slova telematika

Dopravně telematické systémy ulehčují řízení dopravy, například telematickými systémy ve městech (systémy světelných signalizačních zařízení, systémy parkovacích zařízení, systémy dopravních informačních center) nebo telematickými systémy v tunelech. [1]

2.1 Historie dopravní telematiky

Dopravní telematika se začala vyvíjet na počátku šedesátých let minulého století, a to v USA, Japonsku a v Evropě. Název „Telematika“ vznikl v Evropě složením slov „Telekomunikace“ a „Informatika“ (obr. 2.1). V Japonsku a USA byly dopravní systémy nazvány „Intelligent Transportation Systems“ (ITS). Vývoj dopravní telematiky můžeme rozdělit do tří etap. [2]

V šedesátých a sedmdesátých letech probíhala první etapa, ve které se zkoumaly základní principy dopravních systémů, například v Japonsku bylo ověřováno navádění vozidel na cíl. Vozidlo vybavené displejem komunikovalo s řídicím centrem. V první etapě v USA i Evropě byly testovány informační tabule na komunikacích.

Od osmdesátých let probíhala druhá etapa, která byla spojena s rozvojem komunikační techniky a elektroniky.

Třetí etapa začala na počátku dvacátého prvního století. Třetí etapa byla vysoce ovlivněna vývojem informačních technologií a mobilních komunikací. Tyto technologie stále mají velký účinek na telematiku. Jednou z výhod technologie třetí etapy vývoje telematiky je vznik bezdrátové sítě, kterou je možné se odkudkoliv připojovat k internetu nebo k jiným zařízením. [2]

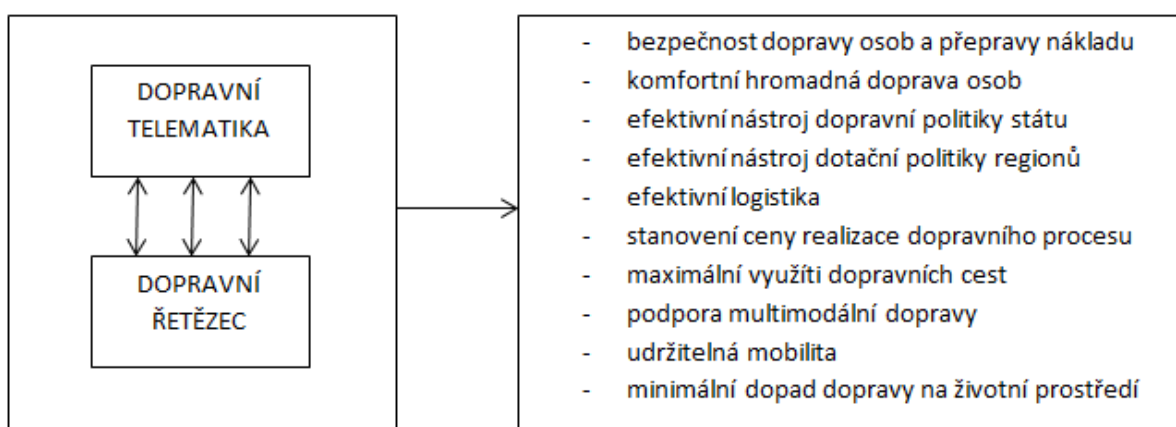
O standardizaci dopravní telematiky se v České republice dlouhodobě stará stát, a to prostřednictvím Sdružení pro dopravní telematiku (SDT) a Ministerstva dopravy ČR. Díky těmto orgánům je telematika na předním místě v rozvoji dopravy. [2]

2.2 Definice a účel dopravní telematiky

Inteligentní dopravní systém (ITS) je obor dopravy nebo taky podmnožina telematiky, která sjednocuje telekomunikační a informační technologie s dopravním inženýrstvím. Zároveň inteligentní dopravní systém vytváří jednotlivé telematické systémy za účelem zvýšení bezpečnosti, efektivity a komfortu dopravy, a také za účelem zkvalitnění přepravních výkonů pro danou dopravní infrastrukturu (obr. 2.2). [3]

Tyto inteligentní dopravní systémy obsahují rozsáhlou škálu informací, které jsou založeny na spojení kabelových a bezdrátových, řídicích a elektronických technologiích. Systémy dopravní telematiky, které se v dnešní době využívají při správě silnic a dálnic, umožňují získávat a zpracovávat potřebná data. [3]

Dopravní telematiku dělíme podle druhu dopravy, a to na silniční, železniční, lodní a leteckou dopravu.



Obrázek 2.2 : Souvislost dopravní telematiky s přepravně-dopravním řetězcem včetně základních přínosů tohoto spojení

Uživatelům dopravy jsou nabízeny tyto inteligentní dopravní služby:

- **Služby pro provozovatele dopravy:** jedná se o službu pro provozovatele dopravy, která určuje nejvýhodnější trasy a dopravní cesty. Dále poskytuje pomoc při správě vozového parku, např. při údržbě vozidel, diagnostice vozidel a dodávce náhradních dílů. [2]

- **Služby pro správce dopravních terminálů a dopravních cest:** jedná se o službu, která zajišťuje kvalitu dopravních cest a bezpečnost provozu. Poskytuje pomoc při údržbě dopravní infrastruktury a při sledování ekonomiky dopravních cest. [2]
- **Služby pro veřejnou a státní správu:** jedná se o službu, která zajišťuje spojení s informačním systémem veřejné správy (ISVS). Dále tato služba sleduje a vyhodnocuje přepravy nákladů a osob, financování dopravní infrastruktury (tzv. fond dopravy). Služba také nabízí nástroje pro výkon dopravní politiky měst, regionu, státu. [2]
- **Služby pro řidiče a cestující:** jedná se o službu, která obsahuje a poskytuje informace o dopravních cestách, s její pomocí je možné řidičům prezentovat dopravní informace. Mezi tyto informační systémy patří například televize, rádio, internet, mobilní operátoři nebo informační systémy na dálnicích. [2]
- **Služby pro záchranný a bezpečnostní systém:** jedná se o službu, která zajišťuje spojení na integrovaný záchranný systém (IZS), a tím pomáhá ke zvýšení prevence proti vzniku nehod a jiných mimořádných událostí (ekologické důsledky). Zajišťuje lepší, rychlejší a efektivnější pracovní postupy při odstraňování havárií. Tyto služby má na starosti integrovaný záchranný systém. [2]

Dopravní telematika nachází uplatnění i v ostatních oblastech např.:

- výroba a obchod
- služby pro starší a handicapované osoby
- informatika
- administrativa
- školství a výzkum
- životní prostředí

Pro rozvoj dopravy je nutné, kromě rozšiřování dopravní sítě, zavádět telematické systémy. Dnes mají telematické systémy nadnárodní charakter, a proto je potřeba, aby systémy byly schopny vzájemně si poskytovat služby a efektivně spolupracovat i na mezinárodní úrovni. Z toho důvodu probíhá a stále se rozšiřuje standardizační proces národních systémů dopravní telematiky, jejichž cílem je zajistit více systémovou mezinárodní provozuschopnost dopravy.

Hlavní cíle dopravní telematiky:

- **Zvyšování bezpečnosti provozu dopravy:** tento cíl je zaměřen na bezpečnost provozu, jako např. omezování rychlosti vozidel z důvodu špatných povětrnostních podmínek nebo výskytu nebezpečných míst na komunikaci apod. Myšlenkou tohoto cíle je to, že v budoucnu by měly být součástí vozidel tzv. protikolizní radary, které přizpůsobí jízdu vozidla dané dopravní situaci. [3]
- **Zlepšování životního prostředí:** tento cíl předpokládá snižování počtu popojíždějících nebo zastavujících vozidel, a to např. tím, že na křižovatkách budou mít přednost prostředky městské hromadné dopravy. [3]

- **Účelnější využití infrastruktury:** tento cíl je zaměřen na rozšíření navigace vozidla tak, že umožní nabídku alternativních tras, aby komunikace měly co nejefektivnější využití (provozuschopnost, parkovací místa). [3]

Další cíle dopravní telematiky:

- informační systémy v dopravě
- zlepšování služeb v dopravě
- kvalita a komfort dopravy
- navigace a systém přenosu dat

2.3 Architektura a hierarchická struktura dopravní telematiky

Architektura telematiky je tvořena metodikou, jejímž cílem je získat koncepci výstavby dopravně– telematických aplikací. Tato koncepce čerpá z požadavků uživatelů dopravní politiky, které jsou umístěny v různých vrstvách dopravně telematického systému. [2]

Architekturu dopravního telematického systému můžeme dělit na:

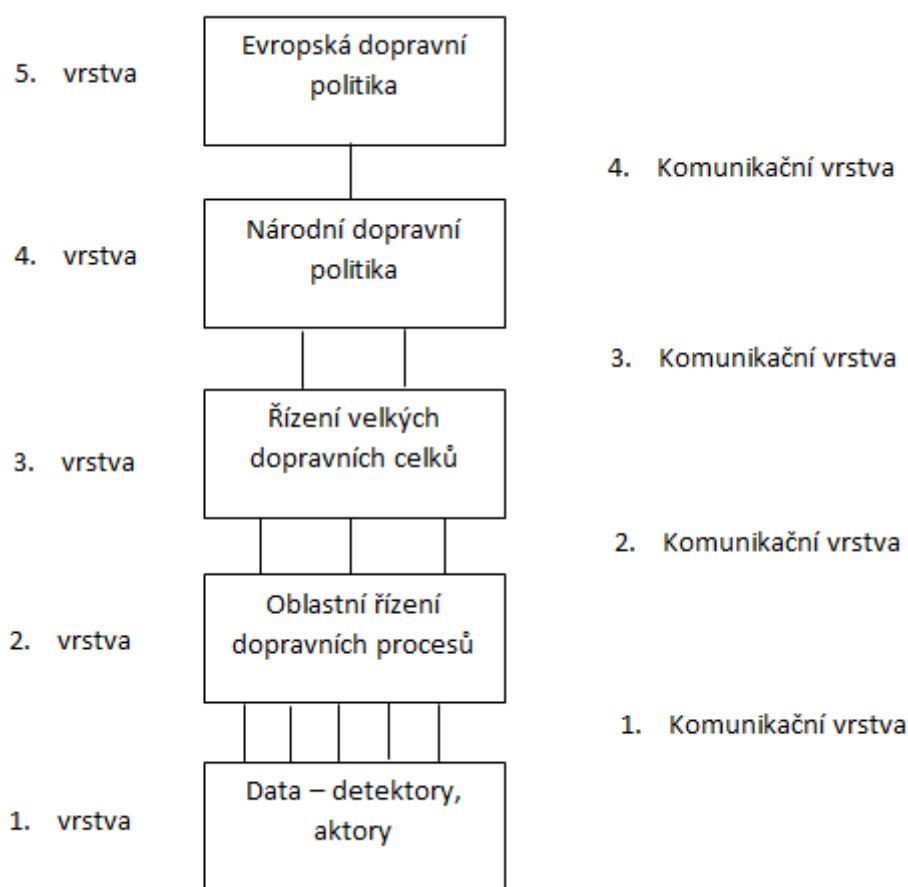
- **Referenční** – stanoví cílové popisy systému včetně vztahů s okolím, v dopravním systému vymezuje základní účastníky a procesy.
- **Funkční** – stanoví funkce prvků, modulů a subsystémů systému a jejich vazeb, které pak umožní tvorbu aplikací. Cílem je popisem aplikací dopravní telematiky dosáhnout jejího co nejpřehlednějšího členění.
- **Informační** – stanoví zásady tvorby struktury informačního subsystému a dále nároky na alokaci, kódování a přenos informací.
- **Fyzickou** – stanoví fyzická zařízení pro zajištění funkčnosti aplikací, které vykonávají jednotlivé funkce.
- **Komunikační** – stanoví přenos informace v systému v relaci s fyzickou architekturou.
- **Organizační** – definuje principy tvoření struktury a přiřazení významů jednotlivým úrovním managementu. [2]

Architektura dopravní telematiky je dále definována na úrovni globální, evropské, národní a lokální.

Aplikace dopravní telematiky dělíme do několika vrstev telematického systému (obr. 2.3):

1. **První vrstva (Data-detektory, aktory)** – je dána výběrem senzorů a aktorů. Nejdůležitější data jsou přenášena mezi první a druhou vrstvou a jsou spojena s bezpečností dopravního provozu. V této vrstvě se sbírají statická a dynamická data související s dopravní cestou, s dopravními terminály a s dopravními prostředky. [4]
2. **Druhá vrstva (Oblastní řízení dopravních procesů)** – zpracovává data a provádí oblastní řízení. Je tvořena výpočetní technikou, jejíž výběr je prováděn podle požadavku na zpracování informací. [4]

3. **Třetí vrstva (Řízení velkých dopravních celků)** – je dána informačními technologiemi pro řízení a logistiku rozsáhlejších dopravních celků. Zahrnuje celou dopravní síť velkých měst (centrální dispečink města). [4]
4. **Čtvrtá vrstva (Národní dopravní politika)** – reprezentuje dopravní politiku na úrovni státu, například tvorba fondu dopravy, financování dopravní infrastruktury, dálniční poplatky. Dále informuje o uzavírkách v jednotlivých regionech. [4]
5. **Pátá vrstva (Evropská dopravní politika)** - reprezentuje dopravní politiku na úrovni kontinentu a dopravní politiky jako velkého celku. V této vrstvě se rozdělují dotace do jednotlivých regionů nebo států na úrovni celokontinentálního měřítka. [4]



Obrázek 2.3 : Hierarchická struktura dopravního telematického systému

2.3.1 I. VRSTVA - Data-detektory, aktory

Telematické subsystémy dopravně-telematických systémů shromažďují statické a dynamické data o dopravních prostředcích, dopravních cestách a o dopravních terminálech. Telematické subsystémy pomáhají uživatelům dopravy, například naváděním dopravního prostředku po trase, zjišťováním informací o trase. Dále informují správce dopravních cest o funkčnosti dopravní infrastruktury apod. Telematické subsystémy počítají s infrastrukturou, která je tvořena akčními členy a senzory. [5]

- **Akční členy**

Akční členy (aktory) působí na chování účastníka silničního provozu. Mezi akční členy, které se používají v dopravě, patří například proměnné dopravní značky (PDZ), informační tabule (IT) a světelná návěstidla.

- **Proměnné dopravní značky (PDZ)**

Díky telematickému subsystému proměnné dopravní značky účastníci provozu získávají oznámení o aktuální dopravní situaci v reálném čase na pozemní komunikaci i v tunelech. Toto oznámení je vytvořeno a zajištěno piktogramy nebo texty na zařízení pro dopravní informace. Proměnné dopravní značky dělíme na pasivní (světlo reflexní) a na aktivní (světlo emitující). [5]

Pasivní značky jsou například trojboké natáčecí hranoly, které zobrazují maximálně tři symboly, dále překlápěcí nebo posuvné značky různého technického provedení (obr. 2.4). Dopravní značky jsou obvykle osvětlovány venkovním zdrojem, proto jsou polepeny reflexní folií. [5]



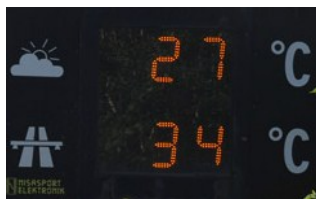
Obrázek 2.4 : Hranolové značky[6]

Aktivní značky jsou značky tvořené LED diodami (Light-Emitting Diode). Tyto značky používají světelné body rozložené na čelní ploše značky k vytvoření symbolu nebo jiné dopravní informace. Výhodou LED značky je rychlá a jednoduchá změna symbolů, velké zvýraznění značky a vysoká životnost (obr. 2.5). Omezením aktivní značky je počet barev a jejich svítivost. Mezi aktivní značky patří také značky se světlovodnými vlákny. Jejich zdrojem jsou halogeny s barevnými filtry. [5]



Obrázek 2.5 : LCD značky[6]

Proměnné dopravní značky nejčastěji omezují rychlost nebo přikazují různé pokyny jako zákaz vjezdu apod. Tyto značky se používají také v tunelech, kdy je výhodou rychlá změna symbolů a dobrá viditelnost značek. Proměnné dopravní značky se mimo jiné používají pro zajištění bezpečnosti na přechodu pro chodce a na dalších místech, kde by mohla být ohrožena bezpečnost chodců jako např. pro děti u škol apod. Proměnné dopravní značky se využívají především při snížení dopravního zatížení odkloněním dopravy, dále pro informování o obsazenosti parkovišť, teploty vozovky apod. (obr. 2.6). [5][7]



Obrázek 2.6 : PDZ:zobrazení teploty vozovky[7]

○ Informační tabule (IT)

Pomocí informační tabule jsou uživatelé dopravního provozu v alfanumerické podobě nebo s přispěním piktogramů informováni o dopravních situacích. Informační tabule používá LED diody nebo elektromagnetické bistabilní prvky. Pokud je tabule vypnuta, její poloha je černá. V aktivní poloze je reflexní. Uživatelé dopravy vidí informační tabuli z velké vzdálenosti díky aktivním LED diodám vyzařující světlo. Výhodou dodávání bistabilních elementů je, že při výpadku energie, kdy informační tabule zhasne, je její terčík doplněn svítící diodou. [5][7]

Dopravní informační centra informují účastníky provozu prostřednictvím informační tabule o uzavírkách, nehodách a různých aktuálních dopravních omezeních (obr. 2.7). Informační tabule jsou ovládány i dopravními zařízeními. V případě, když je potřeba uzavřít tunel, řídicí systém pošle automaticky varování na informační tabuli. Na rozdíl od proměnných dopravních značek informační tabule nic nezakazuje, ani nepřikazuje, pouze informuje účastníka dopravy o dopravní situaci. [5][7]



Obrázek 2.7 : Informační tabule[7]

○ Světelná návěstidla

Uživatelé dopravy se se světelnými návěstidly setkávají hlavně na křižovatkách, kde návěstidla mění světelné signály a pomáhají k menšímu zatížení dopravního proudu zastavováním červeným signálem „Stůj“ (obr. 2.8). Světelná návěstidla užívají světlo emitující diody LED, které mají velkou dobu životnosti, ale poněkud vyšší cenu. [5][7]



Obrázek 2.8 : Světelná návěstidla[7]

- **Senzory**

Senzory se používají při měření různých proměnných, jako jsou například povětrnostní parametry nebo dopravní parametry. Mezi senzory, které se používají v dopravě, patří například dopravní senzory, videodetekční systémy a ekologický monitoring.

- **Dopravní senzory**

Základem pro aplikování techniky v inteligentních dopravních systémech jsou dopravní senzory. V současnosti je několik senzorů, které jsou děleny podle jejich fyzikálních principů, například mikrovlnné detektory, elektromagnetické detektory, infračervené detektory, optické detektory apod. Indukční detekční smyčky jsou nejběžněji používané detektory, které se používají při řízení dopravy. Jsou to detektory, které zasahují do vozovky. Projíždějící vozidla působí na magnetické pole v okolí indukční detekční smyčky, která pak funguje v indukování proudu v této smyčce. Indukční detekční smyčky jsou tvořeny drátem a jsou zabudovány do vozovky. Výhodami této smyčky jsou přesnost, spolehlivost, osvědčená a funkční technologie, žádné ovlivňování počasím. Indukční smyčka poskytuje také základní dopravní parametry, jako jsou hustota dopravy, intenzita dopravy, rychlost a skladba dopravního proudu apod. Nevýhodou jsou omezené možnosti umístění, vyšší pořizovací cena, stálý servis a nutnost při opravě uzavřít jízdní pruh. Jednotlivé detektory jsou od sebe vzdáleny 300 metrů až kilometr. [4]

- **Videodetekční systémy (videodetekce)**

Videodetekční systém je tvořen kamerami s procesorem. Procesor zpracovává signály z kamer (senzorů) a přenáší je operátorovi (dispečerské středisko). Tento systém pracuje s optoelektronickou, laserovou, magnetickou a ultrazvukovou technologií. Data ze senzoru mohou být přenášena operátorovi pomocí signálu GSM (Global System for Mobile Communications) /GPRS (General Packet Radio Service). Výhodou systému je široká plocha detekce (až 7 jízdních pruhů), přesnost měření, rozpoznávací schopnost, pořízení snímku o aktuální dopravní situaci a nízké finanční náklady. Nevýhodou systému je, že velká vozidla mohou zakrýt malá vozidla. Funkčnost systému ovlivňují špatné povětrnostní podmínky, jelikož na správnou detekci vozidel mají vliv stíny a odrazy mokré vozovky. Senzory (kamery) jsou umístěny nad nebo vedle sledovaného jízdního pruhu. Videodetekční systém získává údaje o rychlosti, skladbě dopravního proudu, intenzitě dopravního proudu apod. [4]

- **Ekologický monitoring**

Součástí ekologického monitoringu jsou obrovské senzory s mikropočítačem, které zjišťují různé zvláštnosti. Monitorování je propojeno s navigačními systémy. Ekologický monitoring zajišťuje vážení vozidel, monitoring koncentrace škodlivin a povětrnostních podmínek. Systémy pro měření povětrnostních podmínek zaznamenávají výskyt námrazy a měří vodní srážky, dále měří viditelnost a teplotu vozovky. Systémy vážení vozidel za jízdy se zavádějí z důvodu přetížených vozidel, která způsobují škody na komunikacích. Pro zvážení za jízdy jsou nákladní vozidla prostřednictvím příkazu z proměnných dopravních značek směřovaná na by-pass vedle dálnice. Vážená vozidla jsou odstavena, pokud nesplňují povolenou hmotnost. Systémy vážení za jízdy jsou omezeny rychlostí váženého vozidla. Maximální rychlost pro vážení za jízdy je přibližně dvacet kilometrů za hodinu bez zastavení. [1] [5]

2.3.2 II. VRSTVA - Oblastní řízení dopravních procesů

- **Liniové řízení provozu**

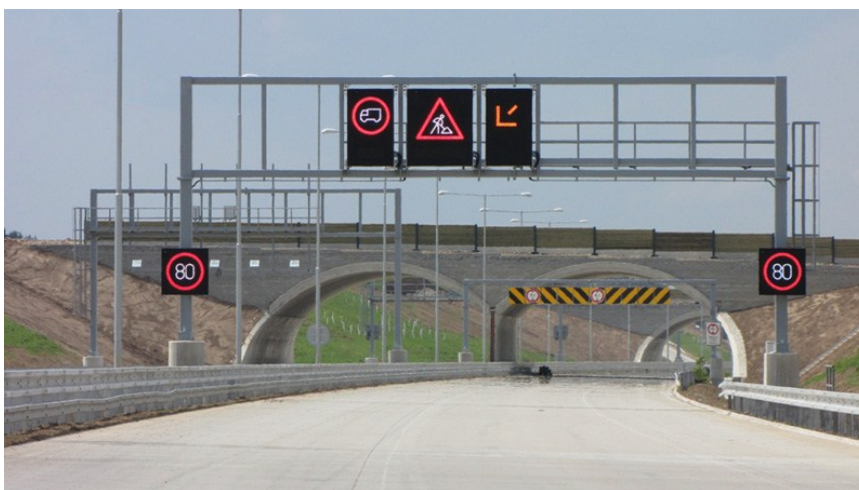
Liniové řízení provozu (RLTC, Road Line Traffic Control) je telematický systém tvořen akčními členy a senzory, který pomocí proměnných dopravních značek a informačních tabulí informuje účastníky provozu o dopravních situacích na delších dopravních komunikacích, na dopravních úsecích s vysokou hustotou dopravy (dálnice), před vjezdy do tunelů nebo na úsecích, kde dochází k větvení dopravního proudu, například u přístupových komunikací do měst. [8] [9]

Liniové řízení provozu zajišťuje zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy, omezení dopravních kongescí, snížení emisí oxidu uhličitého, zvýšení komfortu jízdy, zvýšení kapacity komunikace, včasné informování řidičů o nehodě, informování řidičů o klimatických podmínkách, automatické řízení s možností přímého zásahu dispečera. [8] [9]

Telematické subsystémy umístěné na zařízení pro liniové řízení provozu jsou řízeny dopravními informačními centry. Liniové řízení provozu prostřednictvím proměnných dopravních značek přikazuje uživatelům vozidla různé pokyny (dovolená rychlost na komunikacích, apod.) (obr 2.9). Detektory umístěné na nebo vedle zařízení pro liniové řízení provozu sbírají a vyhodnocují dopravní data, jako jsou například informace o hustotě dopravy, intenzitě dopravy a rychlosti dopravy na komunikacích. V případě potřeby zmenšení dopravních kolon systémy liniového řízení postupně předepisují snížení povolené rychlosti na komunikacích. [8] [9]

Vzdálenost mezi jednotlivými zařízeními pro liniové řízení v provozu je přibližně 1000 až 1500 metrů.

V České republice zařízení pro liniové řízení v provozu se vyskytuje v Praze (cca 34 zařízení), na dálnici D1 na příjezdech do Prahy (cca 11 zařízení), na dálnici D1 mezi Ostravou a Bohumínem a u tunelů na dálnicích.



Obrázek 2.9 : Zařízení pro liniové řízení v provozu - RLTC[10]

- **Dohledové centrum DOCENT**

Dohledové centrum je řídicí informační monitorovací systém, který dozoruje technologie na světelném signalizačním zařízení a technologie na parkovištích. Systém prostřednictvím GPRS spojení posílá data operátorovi. Odesílaná data se ukládají do databáze na fyzickém počítači označeném jako DOCENT server. Aplikace se spouští v prohlížeči webových stránek. Systém také umožňuje operativní odstraňování poruch, instalaci cizích technologií (tzv. otevřený systém), změnu nastavení odkudkoliv a časově neomezeném přístupu k systému. Například pro zlepšení průjezdnosti vozidel na světelném signalizačním zařízení je možné odkudkoliv změnit (dálkově) dobu svícení zelené nebo červené barvy. [4] [11]

K uživatelskému prostředí se přistupuje zadáním jména a hesla. Administrátor systému přiděluje uživatelům přístupy k jednotlivým aplikacím podle jejich uživatelských práv. Systém rovněž zabezpečuje hlášení o poruchách a o potřebě oprav, a to tak, že pomocí SMS (Služba krátkých textových zpráv) služby informuje o problémech technickou správu Policie ČR, servisního technika (podle druhu problému). [4] [11]

Systém se také může používat pro vedení detailní statistiky. Detektor zaznamenává průjezdy vozidel a data každou hodinu ukládá do statistické tabulky, kterou lze stáhnout do počítače pro vedení podrobné statistiky. Výhodou informačního systému je, že ke každé křižovatce je vytvořen soubor plánů a fotografií, a v případě oprav křižovatek s použitím těchto dat se provoz na křižovatce usnadní a zrychlí. [4] [11]

Systém se využívá i mimo dopravní účely, a to například pro ovládání jednotlivých zařízení v celém domě. Systém dokáže řídit až osm zařízení a stará se o vzduchotechniku, požární signalizaci apod.

Dohledové centrum DOCENT je připojeno k jednotlivým technologiím, ze kterých čerpá data. Jedná se o tyto technologie: tísňová volání, měnitelné dopravní značky, měření a ovlivňování rychlosti, řízení dopravy světelnou signalizací, vytěžování nákladní dopravy, sledování charakteristik životního prostředí, informace pro řidiče, preference městské hromadné dopravy, parkování a záchytná parkoviště, cestovní informace, informace o počasí, dynamický navigační systém.

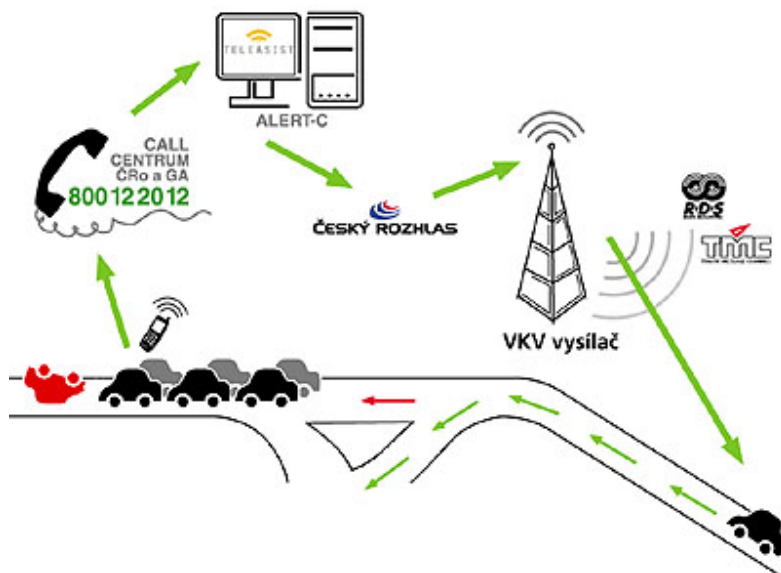
- **Komunikační infrastruktura**

Do komunikační infrastruktury dopravní telematiky patří například rozhlasové vysílání RDS-TMC, spojení krátkého dosahu DSRC (Dedicated Short Range Communications), multimediální přenosy, GSM přenosy a digitální vysokofrekvenční přenosové sítě.

- **Rozhlasové vysílání RDS-TMC**

Radio Data System (RDS) funguje na principu, že ke klasickému analogovému přenosu, rozhlasovému pořadu, jsou namodulována digitální data. Takto předzpracovaná dopravní data jsou přenášena do vozidla, kde se zpracují a předají řidiči vozidla. Dopravní kanál, kterým jsou data přenášena, se nazývá Traffic Message Channel (TMC). Tento kanál přenáší kódovou adresu paměti, která obsahuje soubor názvů míst a soubor s varovnými hlášeními. Dopravní informace jsou vysílány po celou dobu a účastník provozu dostane prostřednictvím navigačního přístroje jen ty informace, které souvisí s jeho cestou. [12]

Rozhlasové vysílání funguje po celé Evropě. Účastník provozu je tak informován o dopravní situaci hlasovou zprávou nebo formou textu na displeji navigačního zařízení. Základním principem rozhlasového vysílání RDS-TMC jsou dynamické navigace. Navigační přístroj objeví dopravní problém a poté přepočítá trasu a navede uživatele vozidla na alternativní trasu tak, aby se řidič vyhnul dopravnímu problému. V České republice rozhlasové vysílání RDS-TMC je součástí jednotného systému dopravních informací (JSDI) a tento systém spolupracuje s Českým rozhlasem (obr. 2.10). [12]



Obrázek 2.10 : Rozhlasové vysílání RDS-TMC[12]

- **Spojení krátkého dosahu DSRC**

Infrastrukturu telematických systému pomáhá rozvíjet DSRC (Dedicated Short Range Communications). Frekvence, na které se používá spojení krátkého dosahu, je 5,8 GHz. Tato frekvence je stejná pro Evropu, Japonsko a USA. Spojení krátkého dosahu DSRC se využívá například pro placení mýtného apod. DSRC neovlivňují jiné televizní a rozhlasové vysílače. [5]

- **Multimediální přenosy**

Multimediální přenos je zajištěn pomocí senzorů a akční členů, které mohou pracovat na celém území republiky. Různé telematické aplikace dopravních systémů přenášejí video (CCTV - Closed Circuit Television), audio a datové toky v jednom prostředí. Síť Fast Ethernet (100Base-T) nebo Gigabit Ethernet (1000Base-T) tvoří moderní síťovou infrastrukturu. [5]

- **GSM přenosy**

GSM přenos se používá například pro využití GSM komunikátoru. Komunikátor posílá informace o dopravních situacích a dopravních problémech na centrálu (dispečerské pracoviště). Centrála pak vydává tyto informace nebo povely účastníkům dopravy prostřednictvím informačních tabulí. GSM přenosem lze pomocí SMS zprávy ovládat dopravní zařízení na dálku. Z jakéhokoli místa v Evropě správce (např. Policie) pošle zprávu na svou technologii (např. informační tabule), která SMS zprávu dekoduje a následně ji zobrazí. [5]

2.3.3 III. VRSTVA - Řízení velkých dopravních celků

- **Telematické systémy v tunelech**

Silniční tunel je část pozemní komunikace umístěna v takových oblastech, kde je členitý terén nebo hustá zástavba. Tunel je tvořen náročnými technologickými zařízeními a telematickými systémy. Tyto telematické systémy, o které se starají dopravní informační centra, zajišťují bezpečný provoz v tunelu. Mezi telematické subsystémy pro řízení provozu v tunelech patří proměnné dopravní značky, informační značky, světelná signalizační zařízení, závory, značky omezující rychlost (obr. 2.11). Při zvětšení hustoty dopravy se mění světelná signalizace a aktivují se značení pro objízdné trasy. Tyto systémy spolupracují s telematickými subsystémy ve městě. Spolupráce je potřebná především při mimořádných událostech, kdy je nezbytné informovat účastníky provozu o přesměrování dopravy při uzavírkách tunelů. Jakmile nastane rizikový režim v tunelu, dopravní řadiče ve městě nastaví také rizikový režim alternativní trasy. [5] [13]

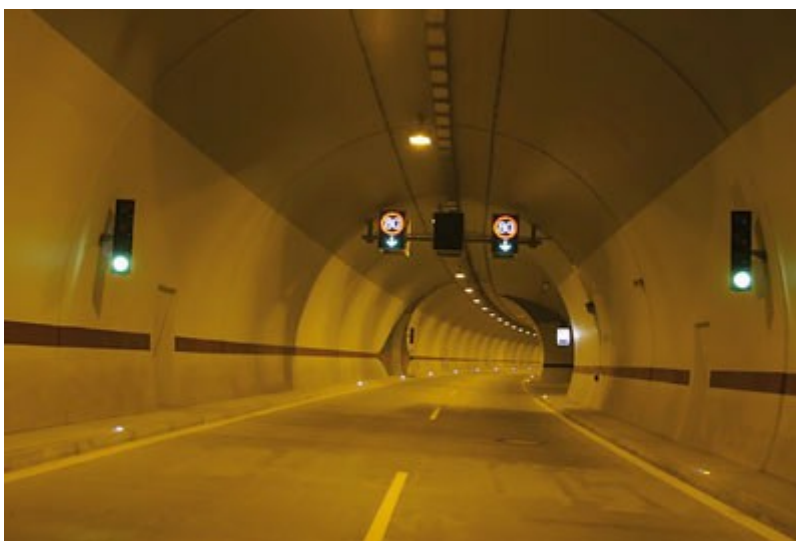
Dalšími systémy pro zajištění bezpečnosti provozu v tunelech jsou:

- **Kamerové systémy (CCTV)**, které nepřetržitě sledují provoz v tunelu a v jeho okolí.
- **Systémy reproduktorů**, které zajišťují informování uživatelů provozu v tunelu o dopravní situaci. Hlasové zprávy v několika jazykových mutacích řídí případné evakuace osob z tunelu.
- **Zařízení pro přenos radiových a mobilních signálů**, které je umístěno v tunelu umožňuje, aby při nehodách účastníci provozu mohli mobilním telefonem přivolat pomoc, nebo mohou dostávat instrukce.
- **Elektrická požární signalizace (EPS)** je vybavena detektorem požáru, který je schopen zjistit polohu požáru a informovat příslušná dispečerská střediska (policie, hasiči).
- **Vzduchotechnika**, kterou ovládají dopravní informační centra. V případě výskytu nebezpečných zplodin zajistí spuštění ventilátorů, které odstraní nebezpečné zplodiny. Větrání v tunelu slouží také k lepší viditelnosti pro průjezd vozidel a ke snížení působení kouře a tepla při požáru. Subsystém větrání je vybaven speciálními senzory, které pomocí infračervených paprsků měří obsah oxidu uhelného a zakouření v tunelu. Ultrazvukové senzory měří teplotu nebo sílu a směr větru.

- **Osvětlení tunelů** je dalším neméně důležitým systémem. Osvětlení tunelu je nastaveno tak, aby neomezovalo zrakovou schopnost řidiče. Podle intenzity denního světla je upravována intenzita světla v tunelu. [5] [13]

Tunelový systém tvoří jeden z nejkompexnějších telematických subsystémů.

Všechny výše uvedené systémy jsou řízeny centrálním řídícím systémem, který zajišťuje dodržení bezpečnostních pravidel, ekologických požadavků, minimalizuje provozní náklady a maximalizuje spolehlivost systému. Řídicí systém pracuje se vstupními daty a tyto přenáší na řídicí prvky, které akceptují tato vstupní data (akceptory) (obr. 2.12). [5]



Obrázek 2.11 : Telematické subsystémy v tunelech[14]

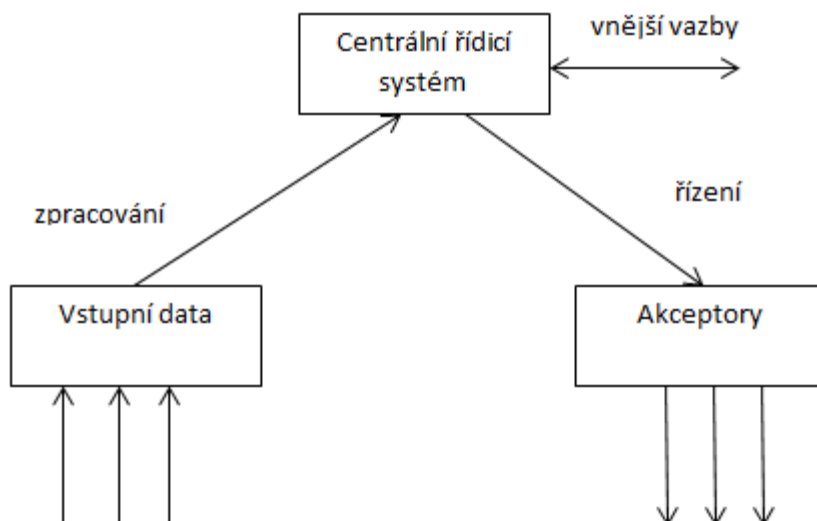
Vstupní data:

- dopravní parametry: intenzita a rychlost vozidel, stupeň obsazenosti detektoru, kategorizace vozidel
- bezpečnostní prvky: indikace požáru, bezpečnostní tlačítka, telefony
- fyzikální veličiny: měření koncentrace CO (oxid uhelnatý), směru a síly větru, teploty, tlaku, námrazy, jasu
- videomonitorování v tunelu i před portály
- technologické proměnné: příkony, stavy čerpadel, klapky, atd. [5]

Akceptory:

- dopravní značky zákazové a příkazové
- dopravní značky výstražné a informační
- proměnné značky pruhové signalizace
- světelná třípojmová návěstidla
- informační tabule
- speciální dopravní vysílání se vstupy z centra řízení tunelu
- ozvučování akustických zařízení
- řízení prvků elektrorozvodů
- ventilátory, svítidla, atd. [5]

V České republice je největším dodavatelem tunelových centrálních řídicích systémů společnost ELTODO.



Obrázek 2.12 : Základní struktura řídicího systému

O ostatních vrstvách telematických systémů bude hovořeno v kapitole 3.

3 Telematické systémy v dopravě

V následujících kapitolách jsou popsány telematické systémy používané v dopravě v České republice.

- **Užití telematických systémů v dopravě**

V dnešní době je poměrně vysoká dostupnost telematických aplikací, které zajišťují informovanost účastníka dopravy, a to tak, že na jeho mobilním telefonu je možné pomocí dotazu SMS získat potřebná data. Tuto službu poskytuje technologie GPRS, která posílá uživateli dopravy požadované dopravní informace a mapy. Aktualizaci potřebných dopravních dat provádí dispečerské centrum prostřednictvím systému GPS (Global Positioning System)/GPRS. Každý uživatel internetu si tak může plánovat trasy cest prostřednictvím internetových aplikací. Dále se v současnosti značně rozvíjejí dynamické navigace pro lokalizaci účastníka dopravy. [4]

V další kapitole jsou blíže popsány telematické systémy, které využívají videodetekci, to znamená kamerový dohled. Jedná se o tzv. videodetekční systémy, mezi které patří například systém k rozpoznání a detekci registrační značky, systém detekce průjezdu na červenou, systém detekce průjezdu na železničních přejezdech, systém měření úsekové rychlosti, mobilní systém k rozpoznání a detekci registrační značky a video systém pohybu vozidel.

3.1 Videodetekční telematické systémy

- **Systém k rozpoznání a detekci registrační značky**

Systém k rozpoznání a detekci registračních značek je telematický systém pro snímání fotografií vozidel pomocí CCD (Charge-coupled device) kamer (televizní kamera) tak, aby bylo možné zjistit registrační značku snímaného vozidla. Tímto systémem je možné snímat vozidlo ve čtecí zóně při jeho maximální dosažené rychlosti až 260 km/h. Systém vyhodnocuje jednotlivé fotografie a převádí je do textové podoby, která slouží pro další zpracování dat. Textová podoba udává datum pořízení snímku, čas a místo jeho pořízení, registrační značku snímaného vozidla a jeho fotografii. Součástí systému kromě CCD kamer je přenosný počítač pro vyhodnocení fotografie v reálném čase a infračervený světlomet pro snímání fotografie v noci a za špatného počasí. Instalace systému je jednoduchá, nevyžaduje zásahy do terénu (komunikace) a jiné stavební práce. Systém také umožňuje porovnávat registrační značky snímaných vozidel s evidencí odcizených či pohřešovaných vozidel a zjištěné shody pomocí technologie GSM, WI-FI(Wireless Ethernet Compatibility Alliance) a jiných technologií automaticky pošle obsluze systému na její dispečerské pracoviště. [4]

„Počítač periodicky digitalizuje obrazový signál z kamery a výslednou bitovou mapu vyhodnotí. V okamžiku příjezdu vozidla na kontrolní bod je v obrazu, na kterém se vyskytuje vozidlo, nalezena oblast, kde by mohla být RZ (registrační značka), a v ní jsou algoritmem kybernetické klasifikace, používajícím technologii neuronové sítě, vyhledány jednotlivé znaky. Výsledkem je pole znaků, jejich souřadnice a pravděpodobnosti klasifikace.

Na základě následné analýzy výsledků volitelného počtu několika po sobě jdoucích snímků se výsledek rozpoznání, který splnil všechny podmínky, zobrazí a zároveň se použije k dalšímu zpracování. Parametry rozpoznávání a identifikace RZ je možné detailně doladovat podle lokálních

podmínek, v případech použití, kdy jsou podmínky proměnlivé, je možné přepínat mezi více předvolbami nastavení.“ [15]

Systémy k rozpoznání a detekci registračních značek používané v České republice jsou například „systém pro rozpoznávání registrační značky LOOK“, „ATEAS SECURITY“ nebo „SpeedCon“.

- **Mobilní systém k rozpoznání a detekci registrační značky**

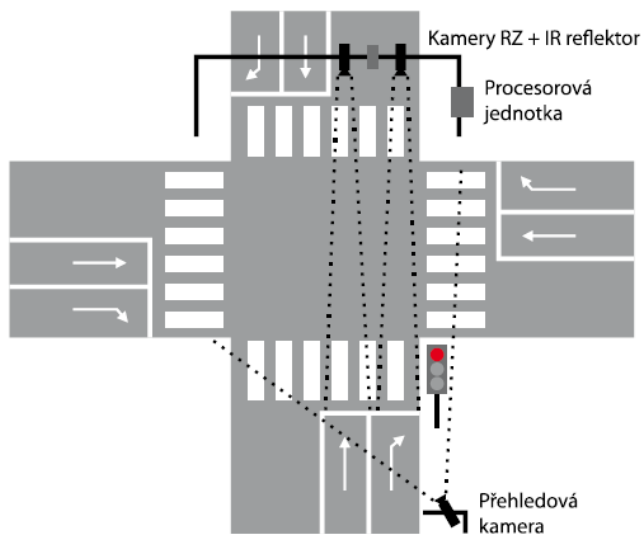
Mobilní systém k rozpoznání a detekci registrační značky je telematický systém složený z mobilní CCD kamery (televizní) a přenosného počítače. Systém detekuje a identifikuje registrační značky vozidel, poté je převádí do textové podoby s údaji, jako jsou datum a čas pořízení záznamu, místo pořízení, registrační značka a fotografie vozidla. Systém se využívá například při pátrání po odcizených vozidlech. Systém automaticky porovnává registrační značky vozidel v centrální evidenci s registračními značkami pořízenými tímto systémem. Na rozdíl od klasického systému rozpoznání a detekci registrační značky mobilní systém (kamera, přenosný počítač) je umístěn přímo ve vozidle. Systém trvale nezasahuje do konstrukce vozidla, jeho instalace je velmi jednoduchá. [4]

Mobilní systémy rozpoznání a detekci registrační značky v České republice jsou například mobilní systém pro rozpoznávání registrační značky „RoadCon Mobile“.

- **Systém detekce průjezdu na červenou**

Systém detekce průjezdu vozidel na červenou je telematický systém, který zaznamenává a odhaluje dopravní přestupky vozidel, která vjedou do křižovatky na červený signál na semaforu. Tato aplikace prostřednictvím přehledové kamery s videodetekcí vyfotí vozidla (barevně i černobíle), která se dopouštějí přestupku (vjezdu na červenou), vyhledá jejich registrační značku a příslušné informace předá na dispečerské pracoviště, a to ihned po zaznamenání přestupku. Spolu s fotografií přestupku, pomocí komunikační technologie GSM, dorazí na dispečerské pracoviště také textová informace udávající registrační značku snímaného vozidla, čas, datum a místo přestupku. Maximální přesností zaznamenaných dat je dosaženo použitím systému GPS. Díky automatickému dohledání se eliminuje chvění kamery vlivem větru. Pomocí videodetekčních algoritmů z kamer mohou kamery také sloužit pro účely vyhledávání odcizených vozidel, detekci kolon a podobně. Pro noční vidění kamera používá infračervené světlomety. Aby se snížila finanční náročnost nákladů na kamery používané v systému detekce průjezdu na červenou, je možné, aby tyto kamery spolupracovaly s kamerami, které používá systém pro měření úsekové rychlosti. Obrázek (obr. 3.1) popisuje instalaci systému pro detekci průjezdu na červenou na křižovatce. [1] [4]

Systémy detekce průjezdu vozidel na červenou používané v České republice jsou například „multifunkční kamerový systém pro sběr a vyhodnocování dopravních dat RoadCon R“ nebo systém průjezdu na červenou „REDCON“ a „UNICAM REDLIGHT“.

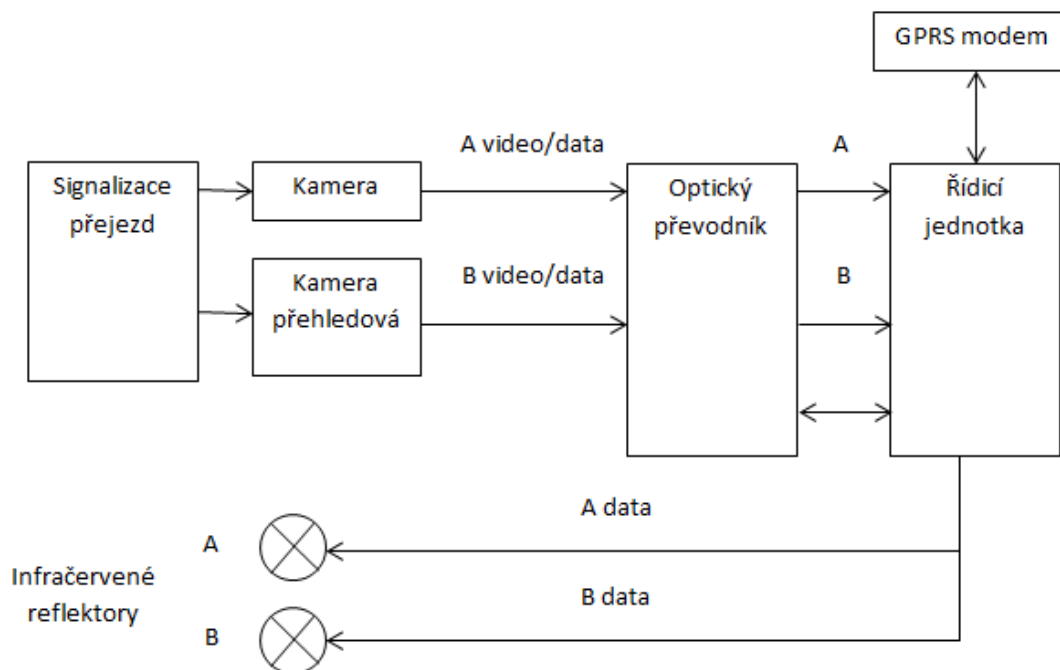


Obrázek 3.1 : Příklad instalace systému pro detekci průjezdu na červenou na křižovatce [34]

- **Systém detekce průjezdu na železničních přejezdech**

Systém detekce průjezdu vozidel na železničních přejezdech je telematický systém, který se využívá na nechráněných železničních přejezdech a zaznamenává a odhaluje dopravní přestupky vozidel, která vjedou na červený signál na výstražníku. Rozsvícením červeného světla se systém detekce aktivuje a po celou dobu, kdy je na výstražníku červené světlo, se pořizuje videozáznam. Podobně jako u systému detekce průjezdu na červenou, kamery snímají přehledové a detailní fotografie a diagnostikují registrační značky vozidel. Pomocí GSM přenosu se detaily přestupku v textové podobě posílají na vyhodnocení dispečerskému pracovišti. Kamery s infračervenými reflektory jsou umístěny na samostatném sloupu tak, aby byl dokonalý přehled o dopravní situaci na přejezdu. Systém není propojen s železničními zařízeními. Přenos signálu z kamer je zajištěn metalickým popřípadě optickým vedením. Blokové schéma na obrázku (obr. 3.2) popisuje systém detekce průjezdu na železničním přejezdu. [4] [16]

Systémy detekce průjezdu vozidel na železničních přejezdech v České republice jsou například „systém sledování přestupku na železničních přejezdech REDRAIL“.

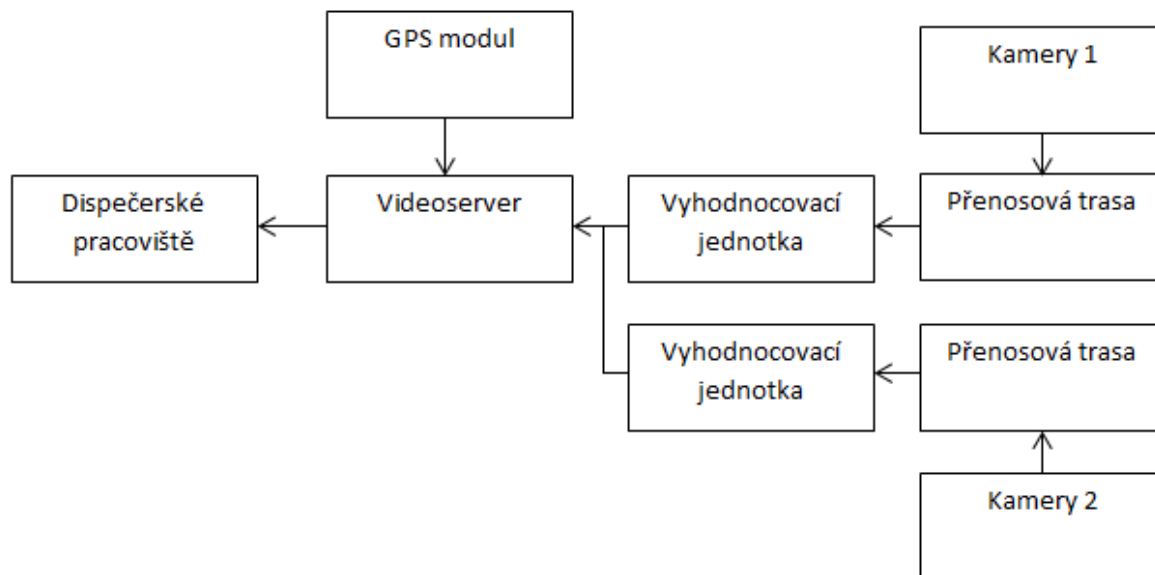


Obrázek 3.2 : Blokové schéma systému detekce průjezdu na železničním přejezdu

• Systém měření úsekové rychlosti

Systém měření úsekové rychlosti je telematický systém pro měření střední rychlosti, které dosáhnou vozidla mezi dvěma stanovišti. Systém je umístěn na začátku a na konci daného měřeného úseku. Měřený úsek má přibližně 200-300 metrů. Systém na tomto úseku je schopen rozpoznat vozidla jedoucí rychlostí až 200 km/h. Systém se většinou instaluje v obcích a městech z důvodu kontroly dodržování předepsané rychlosti vozidel v celé oblasti úseku a nejenom v měřeném úseku. Dvě kamery na vjezdu a výjezdu zabírají jeden jízdní pruh. Průměrná rychlost je vypočítána časem, za který vozidla projedou vzdálenost mezi dvěma stanovišti, a to tak, že na začátku a konci sledovaného úseku videokamery pořídí fotografii vozidla stejné poznávací značky a systém změří čas, který uplynul mezi těmito dvěma snímky. Kamery mají funkci nočního vidění, a to díky infračervenému reflektoru. Stejně jako u systému detekce průjezdů na železnici a systému detekce průjezdu na červenou systém používá funkci k vyhledávání odcizených vozidel. Na dispečerské pracoviště jsou pomocí technologie GSM (reálný čas) zasílány fotografie s textovým údajem - datum a čas pořízení snímku, střední rychlost vozidla, poznávací značka a fotografie vozidla. Ministerstvo dopravy ČR uvádí, že každý třetí řidič projede měřený úsek vyšší rychlostí než je povolená. Blokové schéma na obrázku (obr. 3.3) popisuje systém úsekové rychlosti. [1] [4]

Systémy měření úsekové rychlosti v České republice jsou například systém měření úsekové rychlosti „MUR-05“, „MUR-07“ a „UNICAM VELOCITY“.



Obrázek 3.3 : Blokové schéma systému úsekové rychlosti

- **Videosystém pohybu vozidel**

Videosystém pohybu vozidel je systém, který se používá v oblastech, kde se podmínky prostředí často mění, jelikož změna detektoru trvá jen několik sekund. Systém snímá pohyb vozidel a poskytuje kvalitní videozáznam a informace, například o rychlosti detekovaného vozidla. Videosystém pohybu vozidel se jednoduše a hlavně rychle zavádí.[4] [17]

3.2 III. VRSTVA - Metropolitní telematické systémy

Hlavním cílem telematických systémů ve městech je zlepšení bezpečnosti a plynulosti dopravy silničního provozu, zmírnění negativních účinků dopravy na životní prostředí, zavádění integrovaného systému řízení dopravy ve městech, zvýšení efektivity dopravy a kapacity na přetížených úsecích (snižování časových ztrát, usměrňování dopravy, např. pomocí elektronických plateb na příjezdech do centra města), zlepšování kvality poskytovaných služeb v dopravě (např. navádění na parkoviště). [3]

Uživatelé vozidel prostřednictvím informačních displejů umístěných vedle komunikací jsou informováni kódovaným signálem RDS-TMC o nehodách a řidiči mohou měnit trasy svých cest. Ke zvyšování atraktivity hromadné dopravy se využívají telematické systémy například zavedením vhodného informačního systému pro cestující nebo zdokonalováním technických prostředků.

Telematické systémy také pomáhají městské hromadné dopravě (MHD) například řízením dopravy na křižovatkách prostřednictvím světelného signalizačního zařízení (SSZ) s prioritou pro MHD.

Rozhodujícím krokem pro nasazení telematických systémů ve městech jsou požadavky a potřeby obyvatel města. Telematické systémy se zavádějí s tím, že zvolená varianta bude městu sloužit několik desítek let. [3]

Existuje několik Evropských programů, které se zabývají co nejlepším zaváděním inteligentních dopravních systémů do měst. Největší a nejznámější program řešící problematiku dopravy a životního prostředí patří asociaci POLIS. Sdružení evropských měst a regionů POLIS bylo založeno v roce 1989. Tato asociace řeší problémy v dopravě pomocí inovačních technologií. Členové tohoto programu testují inovované dopravní řídicí systémy a technologie na lokální úrovni. S asociací POLIS spolupracuje organizace CAPE (Co-ordinated Action for Pan-European Transport and Environment Telematics Implementation Support). Tato organizace podporuje rozvoj telematiky v regionech. [3]

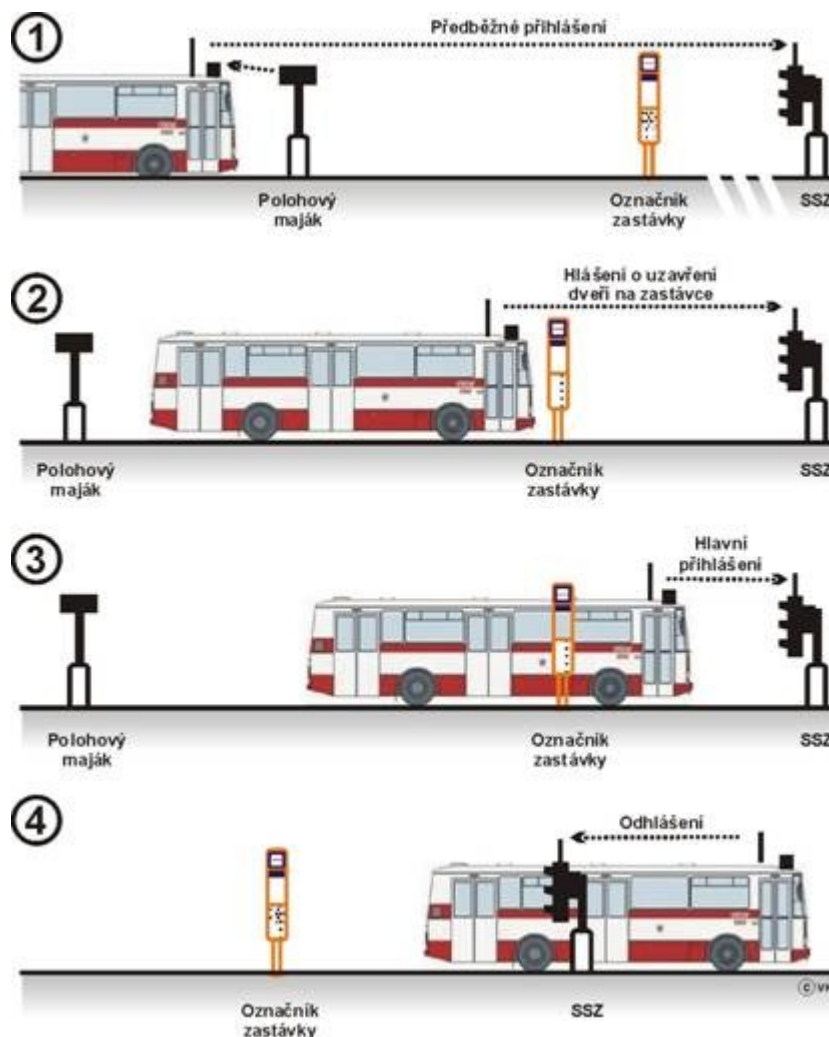
- **Telematické systémy na křižovatkách** (světelná signalizační zařízení) se používají například ve městech Praha, Brno, Olomouc, Liberec, Lučany, Chomutov, Česká Lípa, Mirovice, Teplice, Přerov, Rumburk, Havlíčkův Brod, Břeclav, Kyjov, Ústí nad Labem, Kolín a v jiných městech.
- **Kamery systémy** se používají například ve městech Praha, Jihlava.
- **Tunelové systémy** se používají například v tunelu Valík, v tunelu Březno u Chomutova, v tunelu Klímkovice.
- **Parkovací systémy** se používají například v Ústeckém a Libereckem kraji.
- **Systémy pro zvýraznění přechodů pro chodce** se používají například ve městech Olomouc, Trinec, Bohumín, Orlová, Sadská, Roztoky u Prahy.
- **Technologické vybavení dětských dopravních hřišť** se používají například ve městech Praha, Zlín, Pelhřimov, Prachovice, Jihlava, Třeboň, Kolín, Příbram, Bílovice.
- **Systémy preferencí MHD** se používají například ve městech Praha, Olomouc.

O zabudování telematických systémů ve městech v České republice se starají například společnosti Eltodo, AŽD Praha, Telematix, NTD group a.s. a jiné.

3.2.1 Detekce prostředků městské hromadné dopravy

Součástí metropolitních telematických systémů je detekce prostředků MHD. Pro nastavení preference vozidla MHD je třeba nejprve tento prostředek detekovat. Tento detektor obsahuje polohový maják, který je umístěn přibližně 300 metrů před světelným signalizačním zařízením (SSZ). Detektor posílá informace o vozidle MHD řadiči SSZ. Tato informace je posílána pomocí kódů. Kód přijme přijímač majáku umístěný ve vozidle MHD a po sběrnici IPIS/IBIS (Integrovaný Palubní Informační Systém) kód předá palubnímu počítači, který po zpracování kódu zjistí příslušné informace (například, zda vozidlo MHD jede podle jízdního řádu). Pomocí těchto informací řadič SSZ rozhodne, jaký druh preference nastaví pro vozidlo MHD. [5] [18]

Vozidlo MHD se k řadiči přihlašuje v několika fázích, a to předběžné přihlášení, hlášení o uzavřených dveřích, hlavní přihlášení a odhlášení (obr. 3.4).



Obrázek 3.4 : Jednotlivé fáze pro přihlášení vozidla MHD k řadiči SSZ [18]

- **Řadič světelné signalizace**

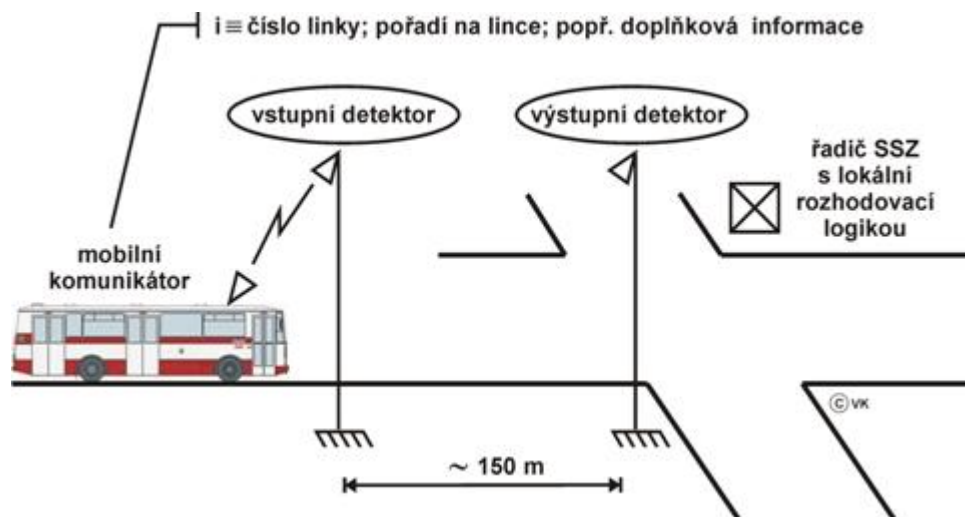
Řadič světelné signalizace se používá na SSZ, kde řídicí centrum prostřednictvím řadiče řídí křižovatky a reaguje na aktuální stav dopravy. Řadič se skládá z plastové skříně se dvěma mikroprocesorovými jednotkami. Podle údajů získaných řadičem se nastavují různé preference pro vozidla MHD. Předností řadiče je vysoká spolehlivost, rychlé zpracování informací a jednoduché ovládání.[5] [18]

- **Sběrnice IPIS/IBIS**

Sběrnice IPIS/IBIS patří mezi pomalejší sběrnice. Používá se ve veřejné dopravě po celé Evropě. Pomocí sběrnic IBIS, v České republice označené jako IPIS, probíhá datová komunikace mezi palubním počítačem a ostatními zařízeními. Sběrnice dokáže spojit ve vozidle MHD palubní počítač s pokladnou, ukazateli času, digitálním hlásičem, s radiostanicí apod. [5] [18]

3.2.2 Preference městské hromadné dopravy

Preferencí MHD se rozumí poskytování výhody vozidel MHD k zajištění plynulosti jejich dopravy. Používá na světelných křižovatkách, kde prostředky MHD jsou zvýhodňovány vůči ostatním vozidlům (obr. 3.5). Preference dělíme na absolutní, podmíněnou, aktivní a pasivní neboli kontaktní. [19]



Obrázek 3.5 : Schéma přenosu preferenčního požadavku [18]

- **Absolutní preference**

Absolutní preference detekuje vozidlo MHD, které dostane signál „volno“ bez ohledu na ostatní uživatele dopravy.

- **Podmíněná preference**

Systémy s podmíněnou preferencí jsou na daleko vyšší úrovni než systémy s absolutní preferencí. Řídicí počítač detekuje příjezd prostředku MHD a na základě různých faktorů (například jestli má vozidlo MHD zpoždění) rozhodne, jakou preferenci vozidlu MHD přidělí. Vozidlo MHD, které potřebuje preferenci, pošle signál do řadiče a ten informuje světelné signalizační zařízení. Pokud vozidlo MHD jede dříve, než jak je uvedeno v jízdním řadu, pak preference vozidlu nemusí být poskytnuta. Dalším faktorem udělení preference prostředku MHD je obsazenost vozidla. Plně obsazené vozidlo dostane preferenci na rozdíl od prázdného vozidla. Podmíněná preference pomáhá prostředkům MHD vyskytujícím se v kolonách. Další podmínkou pro poskytnutí preference je čas, který uplynul od poslední preference udělené vozidlu. [5] [18]

- **Aktivní preference**

Vozidla MHD sami pomocí signálu ze snímače řídí preferenci na světelných signalizačních zařízeních. Aktivní preference je založena na radiové komunikaci vozidla s řadičem světelného signalizačního zařízení. Tento řadič je propojen s jízdními řadami jednotlivých linek a pomocí informace z jízdního řádu vyhodnotí stupeň preference vozidla MHD. Aktivní preference pomocí telematiky, tzn.

prostřednictvím inframajáku umístěným před světelnou křižovatkou, včasné detekuje vozidlo MHD a poskytne mu prioritní preferenci pro průjezd světelnou křižovatkou před ostatními účastníky dopravy. Toto preferované vozidlo se radiovým signálem přihlásí před světelnou křižovatkou a následně odhlásí po průjezdu této křižovatky. [5]

Jednou z možností použití aktivní preference je například možnost „prodloužení zelené“. Tato možnost se používá v případě, když vozidlo MHD přijede na světelnou křižovátku v době, kdy končí původní zelená.

V případě, že vozidlo MHD přijede na světelnou křižovátku v době červeného signálu, používá se metoda „dřívější zelené“.

Pro bezpečný průjezd vozidla městské hromadné dopravy na zelenou se používá metoda „červená pro ostatní“. Tato metoda zajistí, že během průjezdu vozidla MHD světelnou křižovatkou mají ostatní účastníci dopravy na semaforu červený signál. Metoda „červená pro ostatní“ se moc nepoužívá, jelikož tato metoda nedokáže poznat prioritu vozidla MHD. [5] [18]

- **Kontaktní preference**

Kontaktní preference jsou pasivní preference, které se hlavně využívají pro tramvaje. Preference se stanoví statickými výpočty z předem stanoveného plánu pohybu vozidel MHD. Pro kontaktní preferenci se vypočte rychlost a dráha vozidla MHD ke světelnému signalizačnímu zařízení a podle těchto výpočtů se nastaví tzv. fáze, kdy prostředek MHD projede křižovátku na zelenou. [5]

Pasivní preference vytváří časové plány vypočtené podle průměrných rychlostí jednotlivých prostředků MHD. Když nastane nehoda nebo jiný problém na pozemní komunikaci, pasivní preference použije metodu objízdné trasy, tzn., že vozidlům MHD budou vyhrazeny speciální trasy.

Na rozdíl od aktivní preference kontaktní preference nedetekuje průjezd vozidla MHD. Tato možnost je jedna z nejlevnějších preferenčních metod.[5] [18]

3.2.3 Parkovací systémy ve městě

Parkovací systémy jsou telematické systémy, které mají za úkol snížit počet vozidel ve městech, které hledají parkovací místa. Proměnné dopravní značky informují uživatele dopravy o parkovacích místech. Parkovací systémy jsou označovány jako „doprava v klidu“ nebo také jako „statická doprava“. Jedná se o systémy, jako jsou například naváděcí systémy na parkoviště, systémy parkovacích automatů, parkovací systémy v hromadných garážích, televizní kamerový dohled apod. [5] [20]

Systém parkovacích automatů se využívá na parkovištích umístěných na veřejných komunikacích. Uživatel vozidla sám provede na parkovacím automatu platbu. Parkovací automat obsahuje zobrazovací jednotku, z které uživatel vozidla získá potřebné informace (doba platnosti parkování, cena parkovacího lístku apod.) Součástí parkovacího automatu je řídicí panel, který se stará o všechny procesy probíhající v automatu. Parkovací automat díky tzv. systému „Mincovník“ rozezná jednotlivé vhozené mince do automatu. Kromě platby v hotovosti parkovací automat umožňuje provést platbu kartou pomocí elektronické platby EFC (Electronic Fee Collection). Veškeré informace o parkovacím automatu (poruchy automatu) jsou posílány pomocí radiové GSM sítě na dispečink, který tyto informace zpracovává (obr. 3.6). [5] [20]

Parkovací systém CCD se používá na hlídaných parkovištích. Kamerový dohled zajišťuje bezpečnost a ochranu vozidel před jejich odcizením. Údaje z televizních kamer jsou pomocí bezdrátového spojení posílány na řídicí ústřednu, kde jsou zpracovány a v případě odcizení vozidla jsou poskytovány Policii ČR. [5] [20]

Parkovací systém P+R (Park and Ride) zajišťuje snižování hustoty dopravy v centru měst. Tento systém se snaží snížit osobní dopravu v centru města tak, aby vozidla bylo možné zaparkovat na parkovištích v blízkostech výskytu MHD. Jedná se o kombinaci osobní dopravy s dopravou MHD. Parkoviště P+R by měla splňovat vlastnosti, jako jsou dostatečné osvětlení, vhodné dopravní značení, dojem bezpečí a informační vybavenost. Parkoviště (P+R) jsou vybavena telematickými subsystémy, například informačními tabulemi poskytující informace o jízdním řádu MHD, automaty pro zakoupení jízdenky MHD apod. Parkoviště P+R jsou dále vybavena telematickým monitorovacím systémem, který zjišťuje obsazenost parkovišť a tyto informace prostřednictvím proměnných informačních tabulí poskytuje uživatelům dopravy (obr. 3.6). [5] [20]

Monitorovací telematický systém pro zjištění obsazenosti parkovišť používá detektory umístěné na příjezdu a výjezdu parkoviště. Tyto detektory snímají vozidla a potřebné informace posílají do řídicího systému, který tyto údaje zpracuje a pošle na proměnné informační tabule informující o počtu volných míst na parkovištích. [5] [20]

Automatické parkovací systémy se používají v garážových objektech pro parkování. Uživatel vozidla u vjezdového stojanu do garáže přiloží magnetickou kartu k zařízení a zařízení pomocí řídicího systému vyhledá volné parkovací místo a všechny údaje uloží na magnetickou kartu (čas zaparkování, místo zaparkování apod.). Součástí automatických parkovacích systémů jsou například naváděcí systémy, kamerové dohledy a požární signalizace. [5][20]



Obrázek 3.6 : Parkovací systémy (parkovací automat, proměnná informační značka, závorový systém) [21]

3.3 IV. VRSTVA - Národní dopravní politika

3.3.1 Elektronické vybírání poplatků v České republice

Systém elektronického vybírání poplatků je největším telematickým systémem v České republice. Tento systém spolupracuje s Evropskými systémy elektronického vybírání poplatků. V České republice systém elektronického vybírání poplatku spolupracuje s telematickými subsystémy, jako jsou subsystémy snímání registračních značek vozidel, subsystémy pro získání informací

z palubní jednotky OBU apod. V současné době (2012) je platba mýtného v České republice možná dvěma způsoby. První způsob platí pro vozidla, jejichž hmotnost nepřesahuje 3 500 kg. Tato vozidla platí mýtné na zpoplatněných částech infrastruktury prostřednictvím dálniční známky. Jedná se o tzv. časové mýtné. Druhý způsob platby mýtného v České republice platí pro vozidla s hmotností větší než 3 500 kg, kdy vybírání mýtného probíhá pomocí elektronického poplatku. Vozidla s hmotností větší než 3 500 kg platí elektronický poplatek na dálnicích, rychlostních silnicích, vyznačených úsecích silnic první třídy. [22] [23]

Aby uživatel vozidla mohl získat palubní jednotku OBU, je povinen nejprve vozidlo registrovat do mýtného systému na kontaktním místě. Vozidla neregistrovaná do mýtného systému a projíždějící přes zpoplatněnou infrastrukturu jsou automaticky detekována a předána ke kontrole, kterou provádí Celní správa České republiky. Palubní jednotka je ve vozidle umístěna ve spodní části čelního skla mezi volantem a středem skla. Výběr elektronického poplatku ze zařízení palubní jednotky OBU probíhá stejným způsobem jako v jiných Evropských zemích. Uživatel vozidla je informován o provedení platby jedním pípnutím z palubní jednotky. Když se platba neprovede, palubní jednotka pípne čtyřikrát nebo nepípne vůbec. [22] [23]

O tom, které části infrastruktury budou zpoplatněny, rozhoduje Ministerstvo dopravy České republiky.

Implementaci a provoz systému elektronického vybírání poplatků v České republice zajišťuje společnost Kapsch.

3.3.2 Dopravní informační centra

Hlavním cílem dopravních informačních center je zajištění bezpečnosti v dopravě. Dopravní informační centra jsou obsluhována personálem, který zajišťuje jejich provoz po celých 24 hodin.

Dopravní informační centra (DIC) prostřednictvím telematických aplikací sbírají a zpracovávají dopravní informace o provozu v oblasti sítě pozemních komunikací. Zpracovaná data jsou poskytována koncovému uživateli (uživatel dopravy). Dopravní informační centra díky monitorovacímu a měřicímu systému získávají data o stavu infrastruktury. Dále pomocí telematických systémů dopravní informační centra řídí dopravu. [24]

Dopravní informační centra automaticky přijímají SMS zprávy a e-maily od veřejnosti, dále spolupracují se subsystémy, jako jsou dopravní řadiče (měřící intenzitu, obsazenost a rychlost dopravy), měřiče povětrnostních podmínek (měřící námrazu, množství srážek, teplotu vzduchu), parkovací systémy (vyhodnocující data o obsazenostech parkovišť) a tunelové systémy. [24]

Všechna tato data od přispívajících subjektů jsou v jednotném formátu. Dopravní informační centra mohou nastavovat priority zpracovaných dat podle důležitosti dopravních informací. Data jsou zabezpečena proti jejich zneužití (např. jsou omezeny přístupy k citlivým informacím nebo k ochraně osobních údajů).

Mezi dopravními informačními centry a telematickými subsystémy se přenáší velké objemy dat. Z tohoto důvodu se budují telekomunikační spoje mezi centry jako širokopásmové s minimální rychlostí přenosu 100 Mb/s⁻¹. Důležitými informacemi o dopravní situaci jsou informace obrazové, proto jsou dopravní informační centra vybavena velkoplošnými zobrazovači.

Dopravní informační centra se dělí podle vrstev šíření dopravních informací. Na první nižší vrstvě pracují regionální dopravní informační centra (RDIC) a na druhé vyšší vrstvě pracují národní dopravní informační centra (NDIC). [24]

V České republice jsou provozována Národní dopravní informační centra, dopravní informační centra Prahy a Brna, hlavní dopravní řídicí ústředna Hlavního města Prahy, řídicí centrum Silničního okruhu kolem Prahy na D1, řídicí centra tunelů Valík na D5, Klimkovice na D1, Libouchec a Panenská na D8 (obr. 3.7).



Obrázek 3.7 : Národní dopravní informační centrum Ostrava[25]

- **Regionální dopravní informační centra (RDIC)**

Regionální dopravní informační centra vznikají na místech, kde je vysoká koncentrace dopravy. Centra v oblasti své působnosti informují účastníky provozu o aktuální dopravní situaci, například proměnnými dopravními značkami nebo informačními displeji, dále sbírají dopravní data z pozemních komunikací, jako jsou data o dopravní intenzitě, meteorologické zprávy, rychlosti dopravního proudu apod. [24]

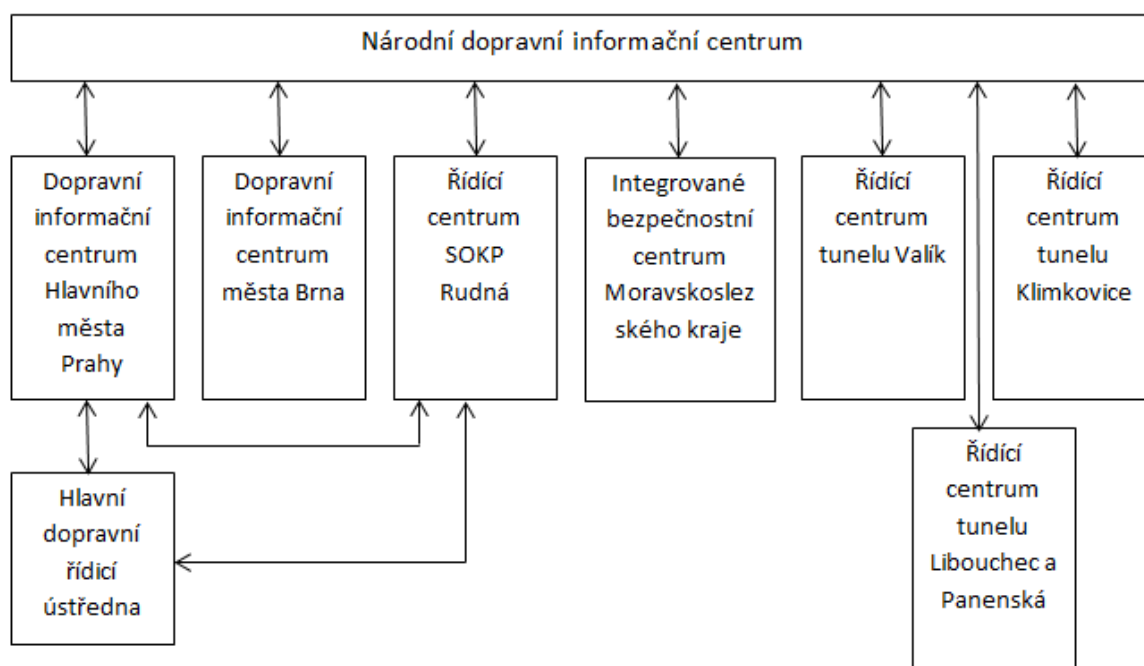
Podmínkami pro plnou funkčnost regionálních dopravních informačních center jsou:

- propojení regionálních center se zdroji on-line vstupních informací
- propojení a výměna informací s dopravními centry mobility měst
- rozšíření sběru dat o dopravním proudu a povětrnostních podmínkách na další úseky dálnic a důležité pozemní komunikace v daném regionu [24]

- **Národní dopravní informační centrum (NDIC)**

Národní dopravní informační centrum prostřednictvím telematických aplikací sbírá a zpracovává dopravní informace o provozu v České republice. Pomocí videokonferenčního spojení národní dopravní informační centrum komunikuje s jinými orgány a organizacemi veřejné správy (jako jsou např. Policie ČR, Hasičský záchranný sbor). Centrum prostřednictvím médií, rozhlasového

vysílání RDS-TMC, dynamické navigace, mobilních operátorů a dalších informuje uživatele dopravy o dopravních situacích. Národní dopravní informační centrum je správcem Jednotného systému dopravních informací (JSDI) pro Českou republiku. Od roku 2008 Národní dopravní informační centrum sídlí v Moravskoslezském kraji (obr. 3.8). Centrum je vybaveno moderními informačními a komunikačními technologiemi. Cílem centra je udržovat dopravní informace aktuální, ověřovat správnost dat, distribuovat dopravní informace k řidičům, sledovat vývoj dopravní situace, poskytovat informace celostátně působícím organizacím a médiím a spolupracovat se zahraničními národními centry. [24]



Obrázek 3.8 : Schéma architektury telematických systémů v ČR

- **Jednotný systém dopravních informací pro ČR**

Jednotný systém dopravních informací (JSDI) je společným projektem Ministerstva dopravy ČR (MDČR), Ministerstva vnitra ČR (MVČR), Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD ČR), organizací a institucí veřejné správy a veřejných i privátních osob a subjektů z celé České republiky, který podporuje zavádění telematiky a dopravních informačních systémů do dopravy. Hlavním úkolem jednotného systému dopravních informací je vytvořit systémové prostředí pro sbírání, sdílení a zpracování dopravních informací. Systém shromažďuje dopravní informace v centrálním datovém skladu, který ze získaných informací modeluje skutečnou situaci provozu na pozemních komunikacích v České republice. Centrální datový sklad poskytuje dopravní informace systémům, jako jsou systémy Policie ČR, Hasičského záhraného sboru a veřejné správy. [24] [26]

Jednotný systém dopravních informací zahrnuje různé telematické systémy používané v České republice. Jedná se například o systém rozhlasového vysílání RDS-TMC.

Dalším telematickým systémem, který je součástí jednotného systému dopravních informací, je jednotný silniční meteorologický informační systém (JSMIS). Tento telematický systém varuje před

nebezpečnými meteorologickými jevy, předpovídá počasí, informuje o oblačnosti a srážkách apod. V České republice je přibližně 300 meteorologických stanic, které měří teplotu vozovky, vzduchu, rychlost a směr větru, vlhkost vzduchu a další parametry (obr. 3.9). Tyto naměřené hodnoty jsou aktualizovány každých 5 minut. [27]



Obrázek 3.9 : Silniční meteorologická stanice [28]

3.4 V. VRSTVA - Evropská dopravní politika

Z důvodu informování Evropy o výhodách a potenciálu používání telematických systémů v dopravě vznikl projekt CAPE (Coordinated Action for Pan-European Transport and Environment Telematics Implementation Support). Tento projekt je financován Evropskou unií (EU) a má za úkol seznámit evropské země s novinkami ve vývoji telematických systémů. Projekt CAPE informuje, jak co nejlépe a nejjednodušeji aplikovat telematické systémy do dopravy. Projekt provádí průzkumy v evropských zemích a získané poznatky zahrnuje do vývoje telematických systému. [29]

Zjištěné výsledky projektu CAPE, jsou sdíleny pomocí katalogu vzorových příkladů v telematice týkajících se dopravy, konferencí informujících o novinkách v oblasti telematických systémů, internetových stránek.

3.4.1 Elektronické vybírání poplatků v Evropě

Systém elektronického vybírání poplatků (EFC, Electronic Fee Collection) je standardem v evropských zemích. Telematický systém EFC byl poprvé použit v roce 2010 ve Švýcarsku. Jedná se o telematický systém na zpoplatněných komunikacích, který se používá pro vybírání elektronického poplatku od účastníka provozu za přepravní výkon (počet ujetých kilometrů). Výhodou zavedení elektronického vybírání poplatků při použití čipové karty je zjednodušení odbavení při placení, další výhodou je možnost placení za určitou část komunikace (tunel, parkoviště). [1] [30]

Kontrolní mytné brány pomocí laserového senzoru detekují projíždějící vozidla a zaznamenávají jejich registrační značky. Uživatel platící poplatek má ve vozidle umístěnou palubní jednotku (OBU, On Board Unit, nebo taky OBE (On Board Equipment)), ve které je vsunuta platební karta uživatele vozidla. Uživatel může platební kartu používat i do jiných palubních jednotek v různých vozidlech. [1] [30]

Díky elektronickému vybírání poplatků prostřednictvím spojení krátkého dosahu DSRC se provede platba automaticky, aniž by uživatel vozidla u mýtné brány musel zastavovat. Tím dochází k redukci kolon u mýtných bran. Kamerový systém u mýtné brány je schopen zaznamenat registrační značky vozidel, která poplatek nezaplatila (obr. 3.10).

Existují dva způsoby vybírání elektronického poplatků. První způsob tzv. otevřený systém elektronického vybírání poplatků, je systém, kdy uživatel vozidla platí elektronický poplatek pouze na začátku placeného prostoru, a to tak, že vozidlo projíždějící mýtnou bránou pošle elektronický poplatek z palubní jednotky ve vozidle do zařízení umístěného na vozovce RSE (Road Side Equipment). Druhý způsob je tzv. uzavřený systém, kdy data mezi palubní jednotkou ve vozidle a zařízením umístěným na vozovce se přenášejí dvakrát, na začátku a na konci placeného úseku. Uživatel vozidla platí elektronický poplatek po celou dobu v placené části infrastruktury. [1] [30]

Vybrané elektronické poplatky se v nejčastějším případě posílají společně, které vlastní placené komunikace. Tyto finanční prostředky se použijí pro údržbu a modernizaci silniční infrastruktury.

Elektronické systémy pro vybírání poplatků se využívají také jako systémy pro detekci kolon a pro sledování dopravního proudu.

Pro zprostředkování transakcí elektronického poplatku se používají technologie GSM-GPS, spojení krátkého dosahu DSRC a Švýcarský systém LSVA.



Obrázek 3.10 : Mýtná výběrová brána [31]

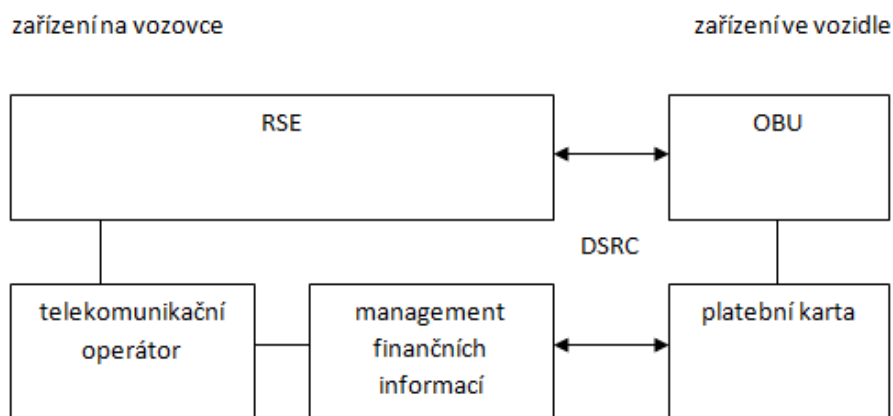
- **Provedení platby prostřednictvím technologie DSRC**

Technologie DSRC pro zprostředkování transakcí elektronického poplatku je technologie velmi spolehlivá, praxí ověřená, málo chybová a přesná. Tato technologie funguje na principu komunikace mezi palubní jednotkou a zařízením umístěným ve vozovce, a to ve vlnovém pásmu nebo

v infračerveném pásmu. Rychlost přenosu u infračerveného pásma se pohybuje kolem 10 Mb/s a rychlost přenosu informací ve vlnovém pásmu je přibližně 500 kb/s. Z toho je zřejmé, že rychlost přenášení informací v infračerveném pásmu je mnohem vyšší než přenos ve vlnovém pásmu, proto se pomocí infračerveného pásma přenáší více informací. Přenosy v infračerveném pásmu se používají v Japonsku. V Evropě se tyto přenosy moc nepoužívají, a to z důvodu chybějícího Evropského standardu, který by stanovil podmínky pro přenos. Pro komunikaci přes spojení krátkého dosahu DSRC stačí málo finančně nákladná palubní jednotka OBU. Zařízení systému DSRC je umístěno na nebo vedle fyzické mýtné (výběrové) brány. Systém DSRC komunikuje s projíždějícími vozidly pomocí antény umístěné na výběrové bráně. Elektronická platba pomocí výběrového automatu nejčastěji funguje na principu funkčnosti třech fyzických bran. První brána pomocí čidel detekuje vozidlo a u druhé brány se provede elektronická platba. Pokud se platba z nějakého důvodu neprovede (například z důvodu chybné palubní jednotky OBU nebo malé finanční částky na platební kartě), třetí brána zaznamená registrační značku vozidla a informuje dvě předchozí brány o neprovedení platby tak, aby první dvě brány mohly zaznamenat zadní poznávací značku vozidla. [1] [30]

Kmitočet frekvence pro komunikaci a zprostředkovávání transakce elektronického poplatku je nastavena na 5,8 GHz. Tento kmitočet je standardizován pro celou Evropu a je nastaven tak, aby komunikace mezi palubní jednotkou OBU a zařízením umístěným ve vozovce RSE nerušila jiné elektronické přístroje, jako jsou mobilní telefony, přenosné počítače apod. Blokové schéma na obrázku (obr. 3.11) popisuje systém vybírání poplatků prostřednictvím technologie DSRC. [1] [30]

Technologie DSRC se používá pro systémy elektronického výběru mýtného v jednom jízdním pruhu.

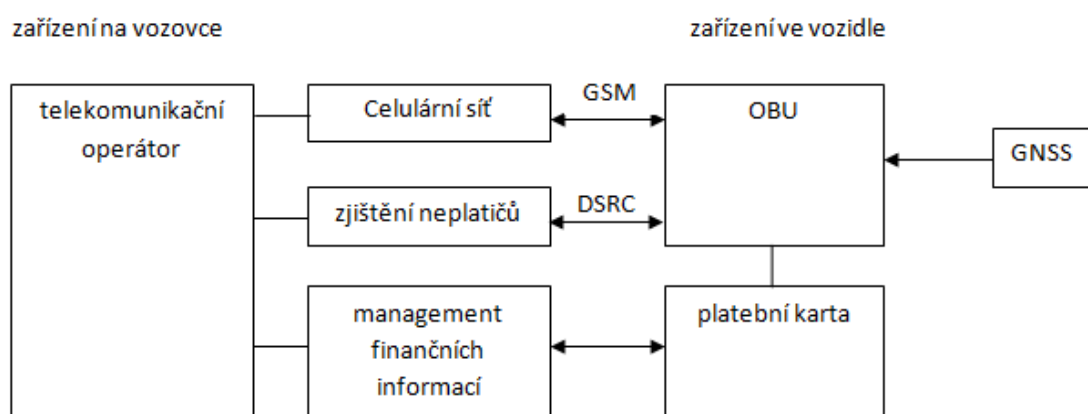


Obrázek 3.11 : Schéma systému vybírání poplatků prostřednictvím DSRC

- **Provedení platby prostřednictvím technologie GPS-GSM**

Elektronické vybírání poplatku prostřednictvím technologie GPS-GSM je založeno na použití satelitní navigace GPS/GNSS (Global Navigation Satellite System). Tento systém se používá na komunikacích nižších tříd, kde nejsou mýtné brány. Výhodami této technologie je efektivní a rychlé rozrůstání nových placených částí infrastruktury (mýtné zóny) a bezpečnost přenosu dat, kdy z palubní jednotky OBU se přenáší šifrované informace. Nevýhodou jsou nepřesnosti určení polohy navigačním systémem v tunelech a ve městech, protože maximální přesnost určení polohy vozidla se

pohybuje kolem 30 metrů. Virtuální výběrová místa (mýtné brány) detekují pomocí satelitní navigace (přijaté signály od minimálně čtyř ze dvaceti čtyř družic) projíždějící vozidlo a zaznamenají čas jeho průjezdu. Následně po krátké časové odmlce se provede finanční transakce. Palubní jednotka OBU si pamatuje jednotlivé výběrové místa a automaticky se přepíná na dva režimy podle způsobu elektronického poplatku, a to na platbu prostřednictvím DSRC nebo na platbu prostřednictvím satelitu GNSS/GPS, podle toho na jaké části placeného úseku infrastruktury se vozidlo nachází. Technologie GPS-GSM spolupracuje s různými telematickými systémy, například systém pro sledování vozidla apod. Blokové schéma na obrázku (obr. 3.12) popisuje systém vybírání poplatků pomocí technologie GPS/GSM. [1] [30]



Obrázek 3.12 : Schéma systému vybírání poplatků prostřednictvím GPS/GSM

3.5 Budoucnost telematických systémů

Je zcela zřejmé, že proces rozvoje oboru telematiky se bude dále rozšiřovat stejným nebo ještě vyšším tempem než je to doposud. Nasazování inteligentních dopravních systémů do dopravy je jednou z hlavních priorit evropské dopravní politiky a již dnes ve značné míře zasáhlo i Českou republiku. Díky umístění České republiky ve středu Evropy se zde rozšiřuje kamionová doprava (přeprava zboží apod.), a z toho důvodu je důležité vylepšovat komunikace tak, aby se úroveň telematických systémů na komunikacích vyrovnala ostatním zemím Evropy.

V roce 2010 Sdružení pro dopravní telematiku České republiky vydalo manifest, který popisuje vize a cíle rozvoje dopravní telematiky v ČR do roku 2020.

Jedná se především o tyto vize a cíle:

- Rozšíření EFC systémů na další části silniční infrastruktury – nalezení takového řešení, které by bylo ekonomicky efektivní.
- Vybírání poplatků za vjezd do centra města pomocí EFC systémů – finance z vybraných poplatků použít pro instalaci dalších telematických systémů do daného města a také pro rozvoj MHD.
- Zabudování telematických systémů do menších měst a zvýšení vzájemné spolupráce mezi národním informačním centrem a regionálními informačními centry.

- Instalace a rozvoj telematických systémů v železniční dopravě z důvodu zajištění větší bezpečnosti.
- Podpora evropského rozvoje budování nezávislé kosmické infrastruktury a podpora rozvoje kosmických technologií GPS a GNSS. [36]

V rámci asociování s Evropskou unií je proto v zájmu České republiky, aby byla na tuto problematiku připravena. Česká republika je důležitým účastníkem událostí v oboru dopravní telematiky a bude spolupracovat na vývoji nových telematických technologií, které se budou používat v Evropě a ve světě. Proto je mimo jiné potřeba, aby v České republice bylo dostatek vzdělaných odborníků z oboru informatiky a telekomunikací, kteří jsou a budou s tímto oborem spjati a budou ho schopni dále rozvíjet.

4 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit přehlednou formou materiál vhodný pro výuku oboru telematických systémů. Úkolem bakalářské práce bylo popsat funkci telematických systémů a vytvořit přehled telematických systémů používaných na pozemních komunikacích v České republice.

První část práce definuje obor dopravní telematiky. Dále první část je vytvořena jako přehled jednotlivých telematických subsystémů, které řídí dopravu.

V druhé části bakalářské práce jsou objasněny jednotlivé telematické systémy, které se používají v silniční dopravě v České republice. Podrobně je zde věnována pozornost rozboru videodetekčních systémů, které jsou aplikovány v dopravě a vysvětlení, jak jednotlivé systémy fungují a jaké technologie používají. V práci jsou uvedeny telematické systémy používané ve městech a jsou zde uvedeny příklady použití telematických systémů v konkrétních místech České republiky. Dále jsou zde objasněny funkce telematických systémů pro elektronické vybírání poplatků v Evropě a v České republice a také funkce dopravních informačních center v České republice.

Studiem telematických systémů bylo zjištěno, že obor dopravní telematiky je nový obor, který se rychlým tempem rozvíjí v návaznosti na vývoji informačních a telekomunikačních technologií.

Jelikož bakalářská práce je věnována telematickým systémům v silniční dopravě, je z pohledu jejího dalšího vývoje možné, bakalářskou práci dále rozšiřovat do ostatních oblastí dopravy, jako je doprava železniční, lodní a letecká.

Použitá literatura

- [1] PŘIBYL, Pavel. *Intelligentní dopravní systémy a dopravní telematika* 2. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 254 s. ISBN 978-80-01-03648-8.
- [2] PŘIBYL, Pavel. *Intelligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 182 s. ISBN 80-010-3122-5.
- [3] KŘIVDA, Vladislav, Ivana OLIVKOVÁ a Jindřich FRIČ. *Dopravní telematika*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2005, 112 s. ISBN 80-248-0767-X.
- [4] OLIVKOVÁ, Ivana. *Dopravní telematika II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 153 s. ISBN 978-80-248-1932-7.
- [5] PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. *Intelligentní dopravní systémy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2001, 543 s. ISBN 80-730-0029-6.
- [6] Značky: *PROMĚNNÉ DOPRAVNÍ ZNAČKY*. [online]. [cit. 2012-10-05]. Dostupné z: <http://www.znacky-praha.cz/Plugins/Webpages/pagedisplay.php?Page=Jana&MenuId=WebpagesJana>
- [7] *Proměnné dopravní značky (PDZ): a zařízení pro provozní informace (ZPI)*. [online]. [cit. 2012-10-05]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/promenne-dopravni-znacky-a-zarizeni-pro-provozni-informace>
- [8] Systémy pro silniční dopravu: *LINIOVÉ ŘÍZENÍ*. [online]. [cit. 2013-01-22]. Dostupné z: <http://www.azd.cz/admin/files/Dokumenty/pdf/Produkty/Silnicni/Liniove-rizeni.pdf>
- [9] DOPRAVNÍ INFO: *Liniové řízení provozu*. [online]. [cit. 2013-01-22]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/liniove-rizeni-provozu>
- [10] Ředitelství silnic a dálnic: *Liniové řízení - RLTC*. [online]. [cit. 2013-01-22]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/>
- [11] *Dohledový systém* [online]. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <http://www.azd.cz>
- [12] *RDS-TMC: v České republice*. [online]. [cit. 2012-10-05]. Dostupné z: <http://www.rds-tmc.cz/>
- [13] Tichý T, Řehák J.: *Intelligentní systémy řízení dopravy v městské oblasti*, Konference Pragotraffic 2003, Praha, 2003.
- [14] *Průmyslový gateway Anybus Communicator v systémech dopravní telematiky: Hardware*. [online]. [cit. 2012-10-25]. Dostupné z: <http://www.fccps.cz/>
- [15] Systém pro rozpoznávání SPZ: *popis systému LOOK*. [online]. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <http://www.looksystem.cz/>
- [16] *AŽD PRAHA*. [online]. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <http://www.azd.cz/>
- [17] Kamerový systém: *ROADCON*. [online]. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <http://www.consymea.cz/cz/produkty/kamerove-systemy/rozpoznavani-rz/roadcon>
- [18] FOLPRECHT, Jan. *Městská hromadná doprava: (vybrané statě)*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2005, 107, [12] s. ISBN 80-248-0769-6.

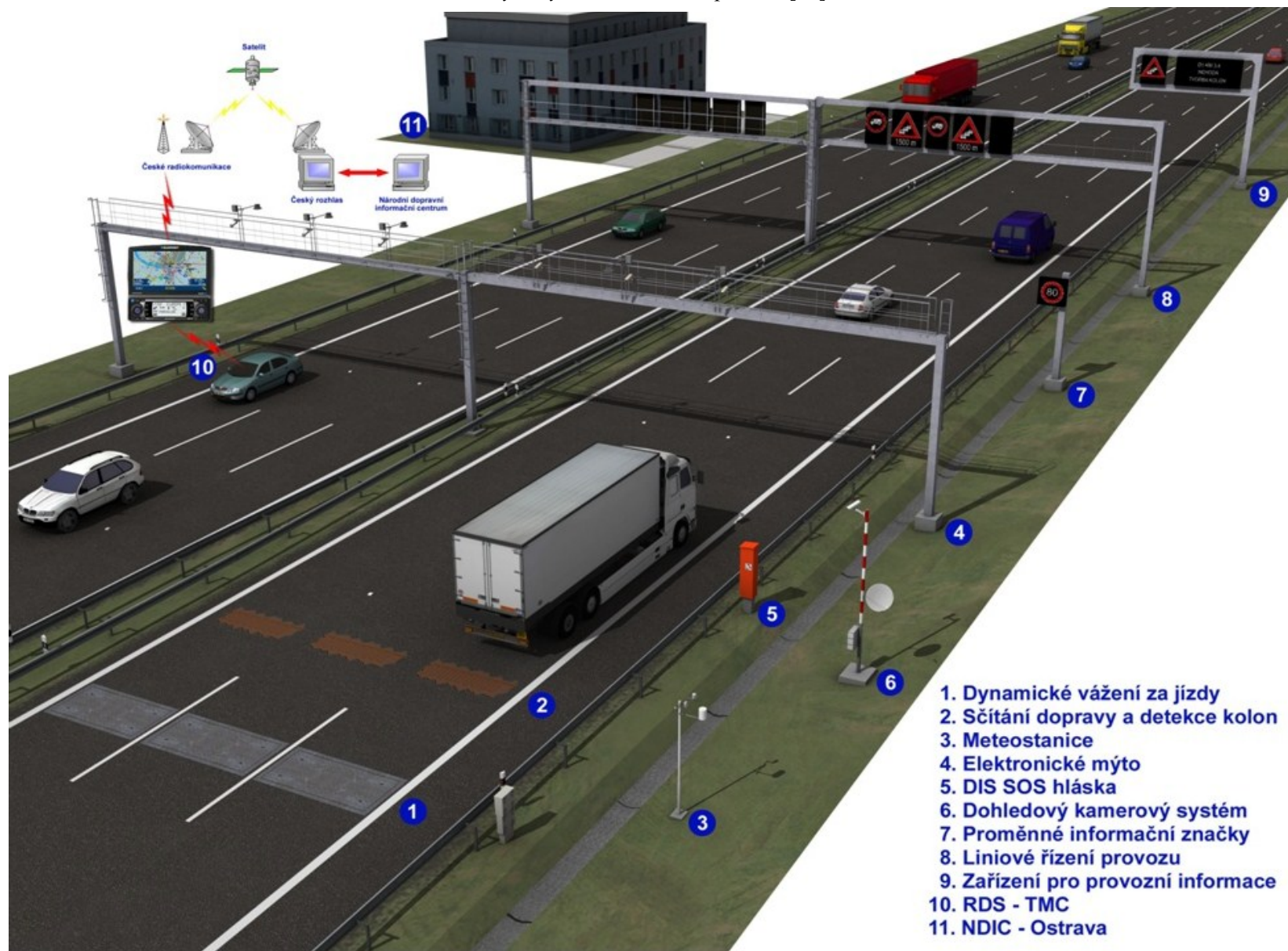
- [19] *Preference: Pražských tramvají.* [online]. [cit. 2012-10-05]. Dostupné z: <http://www.preference.prazsketramvaje.cz/>
- [20] *DOPRAVA V KLIDU: DOPRAVNÍ POLITIKA.* [online]. s. 10 [cit. 2013-01-27]. Dostupné z: <http://k612.fd.cvut.cz/predmety/12DVUP/cviceni/politika%20dopravy%20v%20klidu.pdf>
- [21] RICHARD: *Parkovací systémy.* [online]. [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.richardkv.cz/parkovaci-systemy>
- [22] *Elektronický mýtný systém v České republice: Průvodce pro vozidla nad 3,5 t.* [online]. 2012, s. 16 [cit. 2012-11-08]. Dostupné z: http://www.premid.cz/fileadmin/MYTO_CZ/downloads/MYTOCZ_301_e-toll_guide_2012_CS.pdf
- [23] MYTO CZ: *Electronic Toll System in the Czech republic.* [online]. [cit. 2012-11-08]. Dostupné z: <http://mytocz.cz/>
- [24] *DOPRAVNÍ INFORMAČNÍ CENTRA: Ministerstvo dopravy ČR.* [online]. s. 108 [cit. 2012-10-26]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20172.pdf>
- [25] AUTO aktualne.cz: *Národní dopravní informační centrum Ostrava.* [online]. [cit. 2012-10-27]. Dostupné z: <http://auto.aktualne.centrum.cz/fotogalerie/2011/02/19/narodni-dopravni-informacni-centrum-ostrava/foto/355856/>
- [26] DOPRAVNÍ INFO: *Informační a řídicí centra dopravy - obecné informace.* [online]. [cit. 2012-10-27]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/obecne-informace1>
- [27] DOPRAVNÍ INFO: *Jednotný silniční meteorologický informační systém.* [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/jednotny-silnicni-meteorologicky-informacni-system>
- [28] ChanGroup: *Silniční meteorologická stanice.* [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.changroup.cz/changroup/silnicni-meteorologie>
- [29] ROGGE, Ludger, Paul RILEY, Silvana ATANASESCU, Janet WALKER a Jan KASIK. CAPE PROJECT. *Případové studie telematických aplikací v dopravě: Detailní aplikace z Evropské Unie a zemí střední a východní Evropy.* Listopad 1999. Německo, Česká republika, Rumunsko, Velká Británie, 1999, 28 s.
- [30] *Základy IDS Slovensko-české vydanie: Elektronické mýtné systémy.* [online]. s. 20 [cit. 2012-11-02]. Dostupné z: http://www.ideme.net/download/editorials/T%26P_itsbla07_web.pdf
- [31] Lidovky.cz. [online]. [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: http://byznys.lidovky.cz/rozsireni-myta-na-mensi-silnice-je-opet-ve-hre-fol/firmy-trhy.asp?c=A111129_161844_firmy-trhy_nev
- [32] DOPRAVNÍ INFO: *Elektronické mýto.* [online]. [cit. 2012-11-08]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/elektronicke-myto>
- [33] DOPRAVNÍ INFO: *RDS-TMC - obecné informace.* [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/obecne-informace3>
- [34] ZaVolantem.cz. [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.zavolantem.cz/clanky/jak-funguji-pasti-na-piraty-silnic>

- [35] *Česká asociace organizátorů veřejné dopravy*. [online]. [cit. 2013-03-21]. Dostupné z: <http://www.caovd.cz/Kronika.htm>
- [36] *Sdružení pro dopravní telematiku*: Manifest rozvoje ITS. [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://www.sdt.cz/>

Seznam příloh

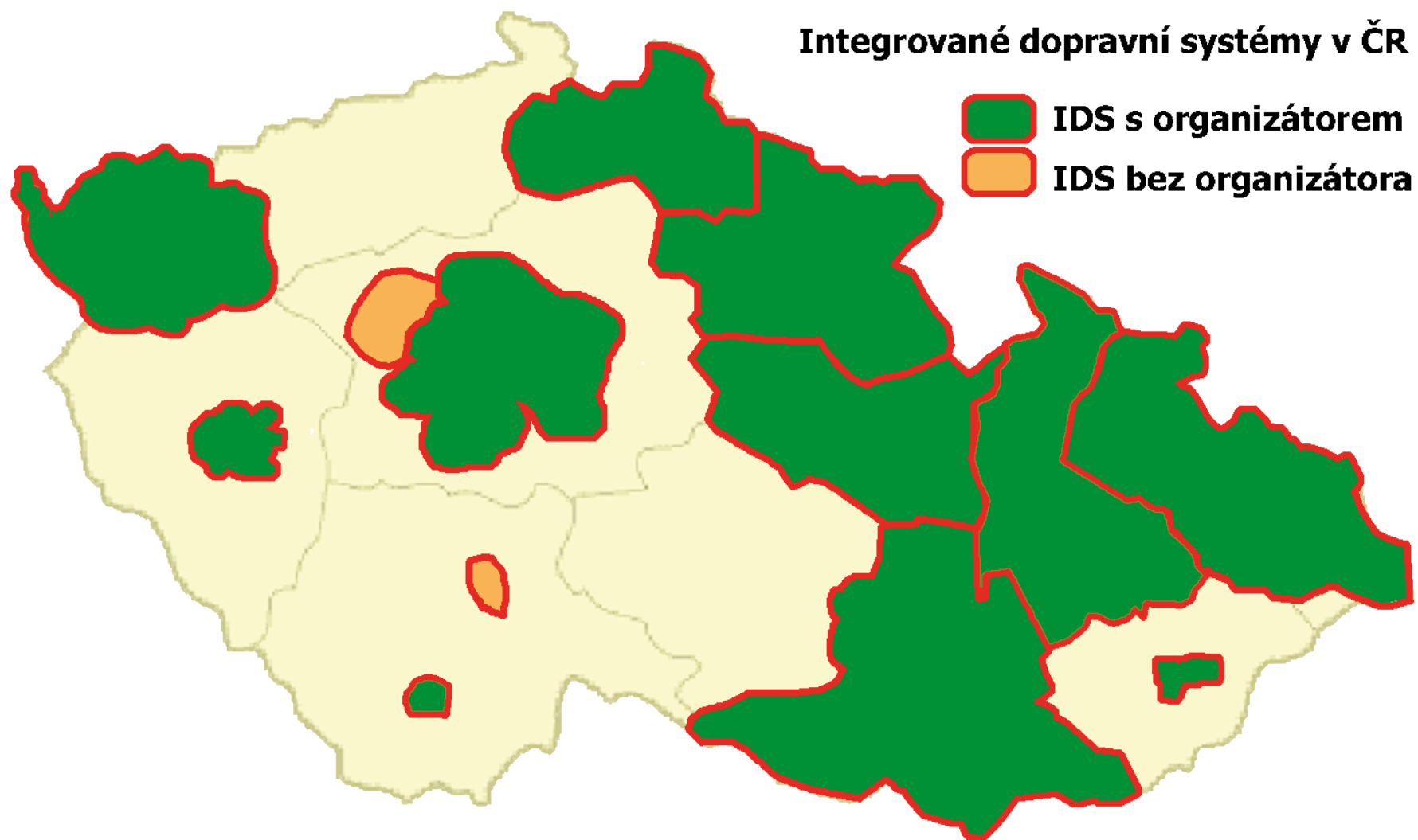
Příloha.A:	Schéma telematických systémů v České republice [26].....	I
Příloha.B:	Mapa zpoplatněných komunikací v České republice [32].....	II
Příloha.C:	Integrované dopravní systémy v České republice [35]	III
Příloha.D:	Mapa pokrytí Evropy službou RDS-TMC [33].....	IV
Příloha.E:	Přehled telematických systému (dle PIARC) [5]	V

Příloha A: Schéma telematických systémů v České republice [26]

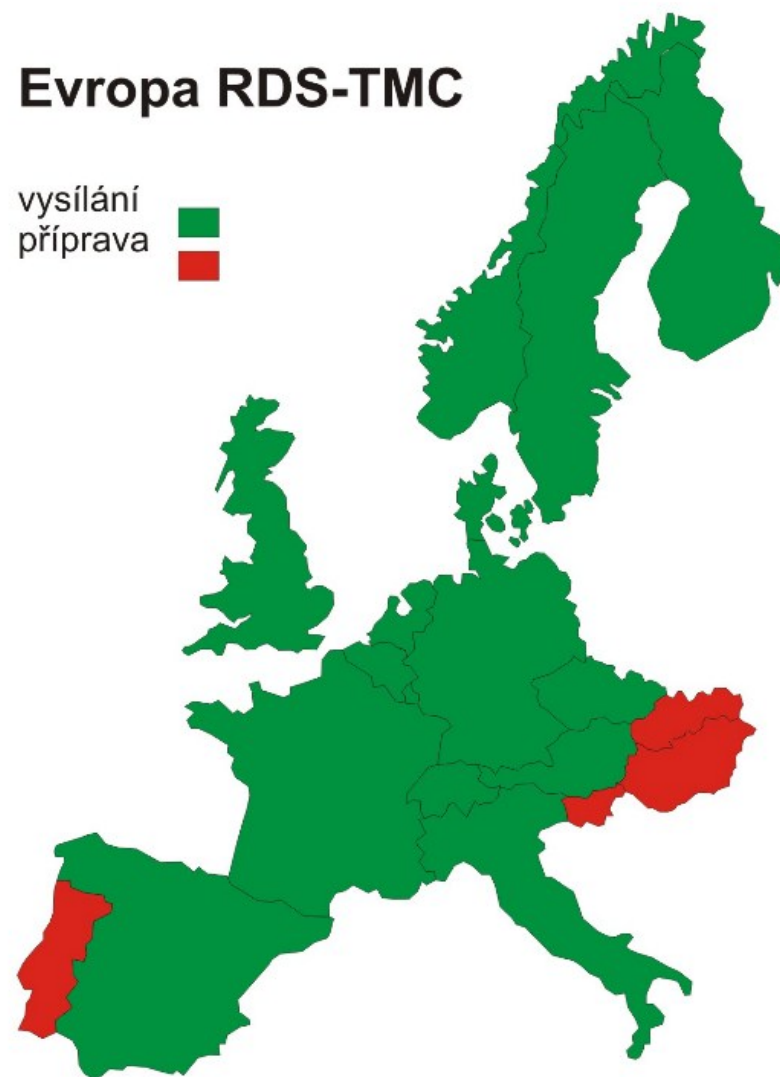


Příloha B: Mapa zpoplatněných komunikací v České republice [32]





Příloha D: Mapa pokrytí Evropy službou RDS-TMC [33]



Příloha E: Přehled telematických systému (dle PIARC) [5]

Řízení dopravy (ATMS)	1. Podpora plánování přepravních vztahů
	2. Řízení dopravy
	3. Management dopravních excesů
	4. Řízení na výzvu/dle nároků
	5. Kontrola a dohled
	6. Management řízení infrastruktury
Dopravní informace (ATIS)	7. Informace před jízdou
	8. Informace během jízdy
	9. Informace během jízdy pro veřejnou dopravu
	10. Osobní informační služby
	11. Vedení po trase, navigování
Vozidlové systémy (AVCS)	12. Zlepšení rozpoznávání
	13. Automatizované řídicí funkce
	14. Ochrana před srážkou v podélném směru
	15. Ochrana před srážkou v bočním směru
	16. Bezpečnostní opatření
	17. Šíření informace o srážce
Komerční vozidla (CVO)	18. Stanovení trasy pro komerční vozidla
	19. Elektronická administrativa pro komerční vozidla
	20. Automatizovaná kontrola vozovky
	21. Palubní monitorování bezpečnost
	22. Řízení komerčních vozidel a řízení zboží
Veřejná doprava (APTS)	23. Řízení veřejné dopravy
	24. Řízení dopravy na výzvu/dle nároků
	25. Intermodální přeprava
Rizikový management (EMC)	26. Ohlašování rizik a osobní bezpečnost
	27. Řízení vozidel záchranných složek
	28. Řízení přepravy nebezpečných nákladů
Elektronické platby (EFC)	29. Elektronické finanční transakce
Bezpečnost	30. Bezpečnost ve veřejné dopravě
	21. Bezpečnost pro invalidní občany
	32. Inteligentní křižovatka